COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 NOVEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du silicium sur le fer, le chrome et l'argent.* Note de M. Henri Moissan.

« La haute température du four électrique nous a permis de préparer un certain nombre de carbures métalliques définis et cristallisés. Nous avons pensé que la même méthode pourrait s'appliquer à l'obtention des siliciures, composés mal déterminés et peu connus jusqu'ici. Nous donnerons aujourd'hui comme exemple de cette étude l'action exercée par le silicium sur le fer, le chrome et l'argent; ces trois métaux ayant été choisis plus spécialement après quelques recherches préliminaires.

» *Siliciure de fer.* — Les recherches sur les fontes siliciées ont été assez nombreuses, mais il existe peu de travaux sur le siliciure de fer cristallisé. Par l'action du chlorure de silicium sur le fer porté au rouge, Fremy a obtenu des cristaux de siliciure de formule SiFe [1]. Hahn [2] a indiqué

---

(1) *Encyclopédie chimique de Fremy*, article *Fer*.

(2) Hahn, *Recherches chimiques sur les produits de la dissolution de la fonte dans les acides* (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXIX, p. 57).

l'existence d'un siliciure amorphe de formule $SiFe^2$ qui, traité par l'acide fluorhydrique, abandonne un résidu soyeux, cristallin de SiFe. Enfin nous rappellerons l'étude thermochimique de MM. Troost et Hautefeuille sur les fontes siliciées (1).

» Le siliciure de fer a été préparé par union directe du fer et du silicium, soit dans un four à réverbère chauffé avec du charbon de cornue, soit au four électrique.

» *Préparation.* — 1° On dispose dans une nacelle de porcelaine une brasque de silicium cristallisé, représentant environ le dixième du poids du métal employé. Sur ce silicium, on dispose un cylindre de fer doux et la nacelle est placée dans un tube de porcelaine que traverse un courant lent d'hydrogène pur et sec. On chauffe au moyen de charbon de cornue à une température qui amène une légère déformation du tube, mais qui est inférieure, ainsi que l'on s'en est assuré dans une expérience préliminaire, à la température de fusion du fer doux.

» On obtient, après la chauffe, un lingot blanc d'argent, dur et cassant, qui est formé par un siliciure de fer cristallisé, empâté dans un excès de métal.

» Dans cette expérience, où deux corps solides, le silicium et le fer, sont portés à une température de 1200°, inférieure à leur point de fusion, il s'est produit un lingot métallique fondu. Cela tient, pensons-nous, à la tension de vapeur du silicium solide, qui permet à ce métalloïde de s'unir au fer et de fournir un siliciure plus fusible que le métal. Nous avons constaté déjà de semblables phénomènes avec le bore, et nous pensons qu'on peut donner la même explication pour le cheminement du carbone dans le fer. A cette température de 1200°, le silicium, le bore et le carbone ont déjà une tension de vapeur qui, bien que très faible, leur permet de donner, avec le fer, et bien avant son point de fusion, des composés liquides ou solides.

» 2° On place, dans le creuset (2) du four électrique, 400gr de fer doux en petits cylindres et 40gr de silicium cristallisé. On chauffe quatre minutes avec un courant de 900 ampères et 50 volts. L'expérience doit

---

(1) TROOST et HAUTEFEUILLE, *Étude calorimétrique des siliciures de fer et de manganèse* (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 264).

(2) Le carbone du creuset n'intervient pas dans cette réaction, car nous avons démontré précédemment que, dans la fonte en fusion, le silicium déplaçait le carbone avec facilité.

être faite rapidement, afin d'éviter la formation du siliciure de carbone.

» Si l'on augmente les proportions de silicium, le culot obtenu devient difficilement attaquable par les acides, et il est presque impossible de séparer le siliciure formé.

» 3° On peut encore chauffer au four électrique un mélange d'oxyde de fer et d'un excès de silicium, qui donne de la silice facilement volatile, et un lingot de siliciure de fer contenant un excès de métal.

» Dans une expérience faite à la température d'une bonne forge, nous avons chauffé des cylindres de fer doux au milieu de cristaux de silicium. Comme il arrive toujours dans ces conditions, chaque cristal de silicium s'est entouré d'une petite couche d'azoture et d'oxyde, qui empêche la fusion complète et la réunion du métalloïde en un seul culot. Après l'expérience, les cylindres de fer, retirés de la masse, avaient conservé leur forme et n'étaient fondus en aucun point. Ils étaient transformés en siliciures, jusqu'à l'axe même du cylindre et l'on pouvait, par une réaction chimique, séparer et isoler, sous forme de silice, le silicium qu'ils renfermaient à la teneur de 2 pour 100. C'est un nouvel exemple de la tension de vapeur du silicium et de la silice, bien avant leur point de fusion.

» Les culots métalliques, préparés par un quelconque de ces procédés, sont attaqués par l'acide nitrique étendu de quatre fois son volume d'eau. L'attaque, très vive au début, se ralentit peu à peu, au fur et à mesure que le métal disparaît.

» Après décantation et lavage, il reste un siliciure cristallisé de formule $SiFe^2$.

» *Propriétés physiques.* — Le siliciure de fer se présente en petits cristaux prismatiques, brillants, possédant un éclat métallique; sa densité est de 7,00 à +22°; son point de fusion est inférieur à celui du fer et supérieur à celui de la fonte. Il agit sur l'aiguille aimantée.

» *Propriétés chimiques.* — L'acide fluorhydrique, en solution aqueuse, attaque le siliciure de fer, et la réaction ne tarde pas à devenir très vive. Ce résultat est en désaccord avec les expériences de Hann qui a mentionné l'existence d'un siliciure de fer inattaquable par l'acide fluorhydrique. Lorsque le siliciure est réduit en poudre fine, l'acide chlorhydrique l'attaque lentement. L'acide nitrique n'a pas d'action sensible sur ce composé, mais l'eau régale le détruit avec formation de silice.

» Les hydracides gazeux attaquent le siliciure de fer à une température qui varie du rouge sombre au rouge vif.

» L'azotate et le chlorate de potassium à leur point de fusion sont sans

action. Les carbonates alcalins fondus l'attaquent lentement tandis qu'un mélange de nitrate et de carbonate le décompose avec facilité.

» *Analyse.* — Le siliciure de fer était attaqué par un mélange de nitrate et de carbonate alcalins; le fer a été dosé sous forme de sesquioxyde et le silicium à l'état de silice.

» Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	Théorie pour $SiFe^2$.
Fer.........	79,20	81,10	82,12	81,43	80,00
Silicium.....	20,95	19,04	18,02	18,59	20,00

» *Siliciure de chrome.* — 1° Lorsque dans une nacelle brasquée au silicium, on place des fragments de fonte de chrome à 2 pour 100 de carbone, métal beaucoup plus infusible que le fer, on peut, en chauffant un peu au-dessus de 1200° dans un courant d'hydrogène, produire la fusion du chrome, sous forme de siliciure de chrome. Ici encore, grâce à sa tension de vapeur à l'état solide, le silicium a passé dans le chrome, et en a produit la fusion.

» Pour réussir cette expérience, il est important de monter son fourneau à réverbère avec soin et d'en augmenter le tirage par un tuyau de 10 à 12^{m}. Dans quelques-unes de ces expériences, le tube de porcelaine s'est aplati et les deux parois se sont soudées l'une à l'autre.

» 2° On a chauffé au four électrique, dans un creuset de charbon, du chrome non carburé avec 15 pour 100 de son poids de silicium. En employant un courant de 900 ampères et 50 volts, la chauffe doit durer neuf minutes.

» On obtient ainsi un culot à cassures cristallines, renfermant le siliciure, noyé dans un excès de métal.

» 3° On chauffe au four électrique un mélange de silice 60 parties, sesquioxyde de chrome 200, charbon de sucre 70. Durée de la chauffe, dix minutes. Intensité du courant : 950 ampères et 70 volts. On obtient ainsi un culot très bien fondu, cassant et nettement cristallin. Quelques géodes, qui se trouvent à l'intérieur du métal, sont tapissées d'aiguilles de siliciure de chrome.

» Les culots métalliques ainsi obtenus, grossièrement pulvérisés, sont traités par l'acide fluorhydrique concentré et froid. Après quelques instants, une attaque assez vive se produit; on modère l'action de l'acide, en ajoutant un peu d'eau pour éviter toute élévation de température qui déterminerait l'attaque du siliciure. On lave à l'eau, et l'on reprend par l'acide

fluorhydrique concentré à froid jusqu'au moment où toute attaque a cessé. On obtient finalement le siliciure, cristallisé en petits prismes isolés, ou soudés les uns aux autres.

» Ce siliciure est souvent souillé d'une petite quantité de siliciure de carbone cristallisé, dont nous n'avons pu le séparer et dont on doit tenir compte dans l'analyse.

» Ses propriétés chimiques rappellent assez celles du siliciure de fer. Il se conduit de même vis-à-vis des acides. Le chlore l'attaque au rouge, avec incandescence. L'acide chlorhydrique gazeux le transforme vers 700° en chlorure de silicium et chlorure de chrome. Le nitrate de potasse en fusion donne rapidement un chromate et un silicate, enfin la potasse fondue l'attaque avec lenteur. Nous ajouterons que le siliciure de chrome raye le quartz et même le corindon avec la plus grande facilité. La plupart des siliciures possèdent d'ailleurs une dureté beaucoup plus grande que les carbures correspondants. On trouvera parmi ces composés des corps plus durs que le siliciure de carbone.

» *Analyse.* — L'analyse du siliciure de chrome nous a présenté certaines difficultés. L'attaque se faisait par un mélange de carbonate de potassium, 2 parties, et azotate de potassium, 8 parties. Le tout était repris par l'acide chlorhydrique. La séparation de la silice que l'on rend insoluble dans les acides, au bain de sable, par deux traitements successifs, est toujours délicate. La présence du siliciure de carbone que l'on sépare par une attaque spéciale aux acides et l'existence dans quelques échantillons d'un carbo-siliciure de chrome viennent encore compliquer l'analyse.

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie pour $SiCr^2$.
Chrome	80,22	79,83	80,36	78,79
Silicium.........	19,60	21,08	19,92	21,21

» *Action du silicium sur l'argent.* — Lorsqu'on chauffe au four électrique un mélange de silicium cristallisé et d'argent pur, on obtient, si la température a été très élevée, un culot métallique qui est recouvert de beaux cristaux. Ceux-ci peuvent, à première vue, être pris pour du siliciure d'argent. En dissolvant l'argent dans l'acide azotique, on obtient un résidu d'hexagones transparents, colorés en jaune, dont l'analyse démontre qu'ils sont entièrement formés de siliciure de carbone.

» Lorsque la température du four électrique est moins élevée, le silicium abandonne l'argent avant sa solidification; il cristallise en partie

sous forme de cristaux transparents au microscope, analogues à ceux qui ont déjà été décrits par M. Vigouroux [1]. L'argent, qui entoure ces cristaux, ne nous a pas donné à l'analyse trace de silicium.

» La même expérience a été faite dans le four à réverbère, ainsi que nous l'avons décrite plus haut, et l'argent n'a pas retenu davantage de silicium ; il en a été de même dans des essais faits à la forge, et dans des expériences réalisées au four Perrot, dans lequel le silicium était produit par le procédé de Deville (action du sodium sur le fluosilicate), au contact d'argent en fusion.

» Dans ces différentes expériences, l'argent liquide dissout du silicium, mais il l'abandonne à l'état cristallin au moment de sa solidification.

» Ce phénomène nous semble donc comparable à l'action qu'exerce le phosphore sur l'argent. Ce métal dissout, en effet, une notable quantité de phosphore au-dessus de 1000° et, au point exact où il passe de l'état solide à l'état liquide, on voit la vapeur de phosphore rocher en abondance comme le fait l'oxygène [2].

» *Conclusions.* — En résumé, l'action du silicium sur les métaux peut nous donner trois résultats différents :

» 1° Le silicium solide peut, grâce à sa tension de vapeur, s'unir au métal solide et donner, par une action analogue à la cémentation, un véritable siliciure, dont le point de fusion est moins élevé que celui du métal.

» 2° Le silicium liquide peut s'unir au métal fondu au four électrique.

» 3° Le silicium se dissout dans le métal liquide, ne forme pas de combinaison avec lui, ou en produit une très instable, et se dépose à l'état cristallin au moment de la solidification de ce métal. »

M. DE FREYCINET, en présentant à l'Académie son livre intitulé *Essais sur la Philosophie des Sciences*, s'exprime ainsi :

» Les Sciences ne se bornent pas à étendre le domaine de nos connaissances positives. Elles deviennent à leur tour un objet d'étude pour l'esprit, qui aime à en dégager la pensée philosophique, à définir leurs méthodes

---

(1) VIGOUROUX, *Sur la réduction de la silice par l'aluminium* (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 1161).

(2) HAUTEFEUILLE et PERREY, *Sur le rochage de l'or et de l'argent dans la vapeur de phosphore* (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1378).

et leurs procédés, à remonter jusqu'à leurs principes, et à saisir les liens qui les rattachent aux idées générales, fonds commun où s'alimentent les diverses branches du savoir humain. Il y aurait intérêt, selon moi, à ce que, de temps à autre, chaque science fût résumée à ce point de vue et en quelque sorte inventoriée, de manière à offrir au public éclairé les résultats les plus caractéristiques. J'ai essayé d'exécuter ce travail sur deux branches dont je me suis plus particulièrement occupé : l'Analyse infinitésimale et la Mécanique rationnelle.

» Les personnes qui chercheraient dans mon Ouvrage un Traité plus ou moins didactique seraient entièrement déçues. Elles n'y trouveront qu'un aperçu philosophique, en langage ordinaire, sans formules ni figures géométriques, et que j'ai tâché de rendre abordable à tous les esprits cultivés.

» Je me suis surtout proposé, dis-je à la fin de ma préface, de montrer la voie dans laquelle je souhaiterais de voir les savants s'engager. Mon but serait atteint si je décidais certains d'entre eux à rehausser par leur autorité ce genre de travaux, et si j'inspirais dès maintenant à quelques lettrés le goût de se rapprocher de deux sciences, plus faciles à pénétrer qu'on ne suppose, et qui marquent un des plus puissants efforts de l'esprit humain dans la recherche de la vérité. »

NOMINATIONS.

M. **Brouardel** est nommé membre de la Commission du concours des Arts insalubres, en remplacement de feu M. *Larrey*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Aug. Coret** adresse un complément à la Note qu'il a soumise au jugement de l'Académie le 14 octobre dernier « sur un appareil hydraulique propre à mettre en évidence le mouvement de rotation de la Terre » et rappelle les divers essais qu'il a réalisés avec cet appareil depuis l'année 1887.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. de Laigue, de Rotterdam, transmet à l'Académie une copie de l'éloge de M. Morand par Condorcet et une lettre autographe de *Condorcet*, du 11 février 1785, accompagnant l'envoi de cette copie à Mme Morand.

Ces pièces seront déposées dans les Archives de l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète Swift*, 1895 *II*. Note de M. L. Schulhof, présentée par M. Tisserand.

« La comète périodique, découverte par M. Swift le 20 août 1895, appartient à ce groupe remarquable de comètes qui, sans être identiques avec la comète de Lexell, paraissent avoir eu avec elle une origine commune. En effet, la valeur de la constante de M. Tisserand,

$$n_j = \frac{1}{a} + \frac{2\sqrt{A_j}}{R_j^{\frac{3}{2}}} \sqrt{p} \cos i,$$

est presque identique pour ces deux comètes et elles ont leur point de proximité l_j à l'orbite de Jupiter, dans la même région du ciel. On trouve en outre, parmi les diverses orbites hypothétiques de la comète de Lexell, que Le Verrier a déterminées pour l'époque postérieure à 1779, quelques-unes qui ressemblent très sensiblement à celle de la comète de Swift. Cet astre mérite donc d'attirer l'attention des astronomes; il est désirable qu'on l'observe aux instruments les plus puissants aussi longtemps que possible, d'autant plus qu'il y a peu d'espoir de le retrouver avant son cinquième retour en 1931, étant donné que sa durée de révolution est d'environ 7,2 années, avec une incertitude de ± 15 jours.

» Les éléments suivants sont basés sur les quatre lieux normaux :

Temps m. de Paris.	Nombre d'observations.	λ 1895,0.	β 1895,0.
1895 Août 25,0.......	22	10°.56′. 3″,7	+1°.41′.32″,4
Sept. 18,5.......	17	19.42. 5,7	−2.16.15,0
Sept. 27,5.......	7	20.49.58,3	−3.27.26,4
Oct. 22,0.......	2	21.25.26,5	−5.14.48,2

» Je dois les deux observations du dernier lieu à l'obligeance de M. Bigourdan.

» Je mets en regard de mes éléments ceux de la comète de Lexell, qui correspondent, dans le Tableau de Le Verrier, à l'hypothèse $\mu = +0,9$.

	Comète de Swift.	Comète de Lexell.
	T = 1895, Août 20,82730 t. m. de Paris.	
$\pi =$	338°4′16″,3	334°26′
☊ =	170.18.7,8	168.29
$i =$	3. 0.14,9	5.22
$e =$	0,651549	0,6573
$\log a =$	0,571004	0,6042
$n_j =$	0,493	0,480
$l_j =$	179°,5	184°

» Les écarts suivants subsistent dans les lieux intermédiaires :

$\Delta\lambda$	−0″,3	+3″,4
$\Delta\beta$	−0″,2	−0″,2

» D'après ces éléments, la comète se rapproche de l'orbite de Mars à 0,007 dans la longitude héliocentrique $l = 15°$, et de celle de Jupiter jusqu'à 0,08; elle était, vers 1886,25, assez voisine de cette dernière planète. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches spectrales sur l'étoile Altair. Reconnaissance d'un mouvement orbital et d'une atmosphère.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« J'ai organisé en 1892, à l'Observatoire de Paris, avec le grand télescope de $1^m,20$, la recherche de la vitesse radiale des astres par l'application du principe de Doppler-Fizeau, et j'ai jugé nécessaire de faire, pour une même étoile, plusieurs épreuves photographiques et plusieurs mesures de vitesse à des dates différentes. Or, les vitesses offrent parfois des différences supérieures aux erreurs d'observation; et, en particulier, tel est le cas avec les étoiles α Aigle (Altaïr) et β Petite Ourse. Il faut en conclure que ces étoiles, simples avec les grands télescopes, ont un mouvement orbital et sont en réalité composées.

» Toutes les étoiles ont probablement un mouvement orbital; et le Soleil, par exemple, décrit une orbite avec une vitesse au plus égale à

15 mètres par seconde. Mais, si l'on excepte les étoiles doubles et multiples, on n'a pu, jusqu'à présent, constater un mouvement orbital que dans six étoiles; pour une de ces étoiles la simple lunette a suffi, pour les cinq autres on a employé le spectroscope.

» Cependant, l'étoile Altaïr a été étudiée au commencement, dans un but tout autre; elle présente, comme on sait, une particularité curieuse [1] : à l'inverse des autres étoiles blanches, elle a des raies métalliques (fer et calcium, par exemple) notablement larges, presque aussi larges que les raies de l'hydrogène. Aussi a-t-elle paru convenir pour l'essai de la méthode que j'ai indiquée, en 1892 (*Comptes rendus*, 2e semestre, p. 224), pour constater l'existence et les variations de l'atmosphère des étoiles. Cette méthode, inspirée par l'étude du Soleil, consiste à rechercher, au milieu des raies noires larges du spectre, les petites raies brillantes renversées qui représentent l'ensemble de la chromosphère. La recherche a été tentée, en 1892, avec Altaïr, la pose étant longue ainsi que dans le Soleil, et a donné le résultat attendu. On aperçoit souvent au milieu des larges raies de l'hydrogène, et même parfois du calcium et du fer, une petite raie double brillante, d'intensité variable par rapport à l'ensemble du spectre, qui doit être attribuée à la chromosphère de l'astre. Altaïr est la première étoile pour laquelle on ait reconnu la lumière spéciale de l'atmosphère.

» Cependant les premières épreuves portaient un spectre de comparaison, et ont permis de mesurer les vitesses radiales, lesquelles ont présenté des différences notables. L'étude a été poursuivie alors pour la durée du mouvement orbital, avec des poses plus courtes (20^m en moyenne).

» L'ensemble des observations et des mesures [2], qui ont été faites avec le concours de mon assistant M. Millochau, est réuni dans le Tableau suivant :

---

[1] Signalée pour la première fois par le Dr Scheiner, de Potsdam.

[2] Les mesures de comparaison sont délicates et difficiles, en particulier, à cause de la largeur des raies stellaires. On a employé la raie $H\gamma$ de l'hydrogène pour toutes les épreuves, et pour la plupart aussi la raie $H\delta$, et pour quelques épreuves seulement les raies du fer et du calcium. Lorsque le poids est 5, l'erreur maxima peut être évaluée à 3^{km} par seconde.

Dates.	Vitesses observées par rapport au Soleil.	Poids de 1 à 5.
	km	
8 juillet 1892...	—23,3	2
6 août 1892...	—12,4	3
12 » ...	—32,6	4
13 » ...	—25,6	4
31 » ...	—18,5	3
12 sept. 1892...	—11,8	1
19 » ...	—38,4	3
3 octob. 1892...	—18,5	2
6 juillet 1893...	—19,3	4
7 » ...	—15,6	5
19 » ...	—18,0	5
11 août 1894...	—36,5	1
17 octob. » ...	—28,4	3
28 mai 1895...	+10,9	4
30 » ...	—11,3	5
8 juin 1895...	—14,9	5
11 » ...	—14,9	4
15 » ...	— 9,8	5
17 » ...	—13,4	3
22 » ...	—16,1	3
24 » ...	— 8,2	5
25 » ...	— 3,00	5
26 » ...	— 4,6	5
3 juillet 1895...	—11,0	1
8 » ...	—12,7	5
9 » ...	—18,1	4
10 » ...	—27,8	2
12 » ...	—25,3	5
	km	
16 juillet 1895...	—37,4	5
17 » ...	—35,0	5
23 » ...	—17,6	5
25 » ...	+11.4	5
9 août 1895 ...	—21,4	5
13 » ...	—12,2	5
14 » ...	—13,1	4
16 » ...	— 1,9	5
17 » ...	—22,9	5
19 » ...	—28,2	5
20 » ...	—28,6	5
21 » ...	—19,8	5
22 » ...	—29,0	5
24 » ...	—28,5	5
26 » ...	—33,8	5
28 » ...	—24,2	5
29 » ...	—35,1	5
30 » ...	—18,4	5
31 » ...	— 6,3	5
2 sept. 1895...	—29,00	2
4 » ...	—20,1	4
6 » ...	—30,5	5
9 » ...	—24,0	5
16 » ...	—33,8	5
20 » ...	—13,5	5
23 » ...	—10,7	5
24 » ...	—27,8	5
25 » ...	— 7,2	4

» Le Tableau indique nettement des variations de vitesse qui sont périodiques, mais complexes. On distingue tout d'abord clairement une grande oscillation dont les maxima se représentent tous les quarante-trois jours, et à laquelle se superposent une ou plusieurs oscillations secondaires. L'ensemble des observations s'accorde assez bien avec une oscillation secondaire dont l'amplitude et la période (de cinq jours environ) seraient légèrement variables. Or, dans un système de corps soumis à leurs attractions mutuelles, la vitesse radiale V du corps de masse M est liée aux vitesses radiales $v_1, v_2, \ldots, v_n$ et aux masses $m_1, m_2, \ldots, m_n$ des autres corps par la relation simple :

$$V = T - \frac{m_1(v_1 - T)}{M} - \frac{m_2(v_2 - T)}{M} - \ldots - \frac{m_n(v_n - T)}{M},$$

T est la vitesse radiale due aux mouvements de translation du Soleil et du système.

» L'étoile Altaïr serait donc au moins triple. Mais, pour reconnaître exactement toutes les phases du phénomène, il convient de faire une plus longue série d'observations avec un appareil meilleur et plus commode que le grand télescope, et sous un ciel moins variable.

» L'analyse spectrale d'une étoile peut donc faire connaître d'une part la lumière spéciale de son atmosphère, d'autre part le nombre, la période et la quantité de mouvement relative des astres secondaires qui gravitent autour d'elle. Mais la précision de la recherche augmente avec la dispersion et la netteté du spectre, et il convient d'employer des appareils astronomiques et spectroscopiques aussi grands et aussi parfaits que possible au point de vue optique.

» Quant à l'étoile β Petite Ourse signalée plus haut, ses variations de vitesse, qui sont rapides, seront présentées dans une Note ultérieure. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation différentielle binome du premier ordre*. Note de M. **Michel Petrovitch**, présentée par M. Picard.

« Envisageons l'équation

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^m = \mathrm{R}(x, \mathrm{X}, y),$$

où R est rationnel en x, X, y, en supposant x et X liés par une relation algébrique $\mathrm{G}(x, \mathrm{X}) = 0$. L'équation se ramène d'ailleurs à la forme

$$(1)\qquad \frac{dy}{dx} = \frac{\mathrm{P}_1(x, \mathrm{X}, y)\sqrt[m]{\mathrm{P}_2(x, \mathrm{X}, y)}}{\mathrm{P}_3(x, \mathrm{X}, y)},$$

où P_1, P_2, P_3 sont des polynomes en x, X, y. Il ne peut y avoir d'intégrales uniformes et transcendantes en x que si le polynome G en x et X est de degré 1 en X; s'il n'en est pas ainsi, toute intégrale uniforme en x est rationnelle, *mais il peut y avoir des intégrales uniformes et transcendantes en x et* X, et même l'intégrale générale peut être de telle nature.

» Occupons-nous d'abord du cas où l'intégrale générale de (1) est uniforme en (x, X). S'il en est ainsi, l'équation (1) est à points critiques fixes. En y appliquant le théorème de M. Fuchs, on arrive à ce résultat que l'équation (1), supposée irréductible, doit être ou bien d'un degré

$m < 3$ et de la forme

$$\frac{dy}{dx} = \lambda_1(y - \lambda_2), \tag{2}$$

$$\frac{dy}{dx} = \lambda_1(y - \lambda_2)(y - \lambda_3), \tag{3}$$

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = \lambda_1(y - \lambda_2)^2(y - a)(y - b) \tag{4}$$

(où λ_1, λ_2, λ_3 sont fonctions de x seulement, et a, b des constantes), ou bien, si $m \geqq 3$, de la forme

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^m = f(x)\,\mathrm{R}(y), \tag{5}$$

où $\mathrm{R}(y)$ est un polynome en y. De plus, en ramenant l'équation (5) à la forme

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^m = \mathrm{R}(y), \tag{6}$$

on peut remarquer que si l'intégrale générale de (5) est à points critiques fixes, celle de (6) est uniforme, et l'on connaît, d'après Briot et Bouquet, tous les types d'équations (6) intégrables par des fonctions uniformes. On aura ainsi le Tableau suivant d'équations [auquel il faut joindre (2), (3) et (4)] dont l'intégrale générale peut être uniforme en (x, X) :

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = \lambda(y - a)(y - b)(y - c)(y - d), \tag{7}$$

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^3 = \lambda(y - a)^2(y - b)^2(y - c)^2, \tag{8}$$

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^4 = \lambda(y - a)^2(y - b)^3(y - c)^3, \tag{9}$$

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^6 = \lambda(y - a)^3(y - b)^4(y - c)^5, \tag{10}$$

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^m = \lambda(y - a)^{m+1}(y - b)^{m-1} \tag{11}$$

(λ est fonction de x, et a, b, c, d des constantes). Ces formes sont distinctes entre elles; on en aura d'ailleurs encore d'autres par des transformations homographiques.

» L'équation (2) est linéaire; (3) est une équation de Riccati; (4) se ramène à une équation de Riccati et à une quadrature; les équations (7), (8), (9), (10), (11) s'intègrent toutes par des quadratures.

» Supposons maintenant que l'intégrale générale ne soit pas uniforme en (x, X); alors il peut y avoir des intégrales particulières de telle nature. Cherchons à préciser les types d'équations (1) pouvant admettre de telles intégrales.

» Toute intégrale singulière $y = \varphi(x, X)$, annulant P_2 et par suite y, doit être une constante et réciproquement. Si toutefois $y = \varphi$ annulait P_2 ou P_3, ce serait un lieu de points critiques de l'intégrale.

» Ceci étant, si le nombre total de valeurs distinctes $y_i = \varphi_i(x, X)$, qui ou bien annulent P_3 ou bien annulent P_2 sans être constantes, dépasse deux, *toute intégrale uniforme en* (x, X) *est rationnelle en* (x, X). En effet, toute intégrale qui pour $x = x_0$ prend la valeur $\varphi_i(x_0, X_0)$ admet x_0 comme point critique, sauf pour certains points x_0 exceptionnels en nombre fini. L'intégrale y, supposée uniforme en (x, X), ne peut donc être égale à φ_1, φ_2, φ_3 que pour des valeurs exceptionnelles de x en nombre fini et le raisonnement s'achèvera comme dans le cas de l'équation du premier degré, dont nous nous sommes occupé dans une Note antérieure [1].

» Désignons par λ le nombre de valeurs $y_i = \varphi_i(x, X)$ qui annulent P_2 sans être des constantes. Pour que l'intégrale puisse être uniforme en (x, X) et transcendante, il faut, d'après ce qui précède, que $\lambda = 0, 1, 2$.

» Soit d'abord $\lambda = 0$. P_2 est alors polynome en y à coefficients constants, soit $\overline{\omega}(y)$. Si y est une intégrale uniforme transcendante en (x, X), le radical

$$\sqrt[m]{\overline{\omega}(y)} = \frac{P_3(x, X, y)}{P_1(x, X, y)}$$

l'est également. Pour qu'il en soit ainsi, il faut, d'après un théorème de M. Picard, *que la courbe* $z^m = \overline{\omega}(y)$ *soit du genre* 0 *ou* 1. (En particulier, si $m = 2$, le polynome $\overline{\omega}(y)$ doit être d'un degré inférieur à 5.) D'autre part, le nombre de valeurs de y qui rendent infinie $\frac{dy}{dx}$ (y compris la valeur $y = \infty$), ne peut pas dépasser deux; par conséquent, l'équation doit être de la forme

$$\frac{dy}{dx} = \frac{P_1(x, X, y)\sqrt[m]{\overline{\omega}(y)}}{(y - \varphi_1)^{k_1}(y - \varphi_2)^{k_2}},$$

et l'on aura une relation entre les degrés du numérateur et du dénominateur en tenant compte de ce que $z = 0$ ne peut pas être une intégrale de

---

[1] *Comptes rendus*, n° 22; 1894.

l'équation en $z = \frac{1}{y}$, sans quoi il y aurait au moins trois valeurs $y_i = \varphi_i$ (en comptant $y = \infty$ comme une telle valeur).

» Si $\lambda = 1$, l'une des valeurs φ_1 et φ_2 doit annuler P_2.

» Si $\lambda = 2$, toutes les deux valeurs φ_1 et φ_2 (si elles existent) doivent annuler P_2.

» Enfin, si $P_1 = 0$ admet des solutions $y =$ const., ces solutions jouent le même rôle que $y_i = \varphi_i$, de sorte qu'on peut dire, d'une manière générale, que *le nombre total des infinis* $y_i = \varphi_i(x, X)$ *de* y', *de zéros non constants de* P_2 *et de zéros constants de* P_1, *doit être inférieur à* 3.

» J'ajoute qu'il suffit de supposer X rationnel en x pour que tout ce qui précède puisse s'appliquer aux intégrales, uniformes en x, de l'équation binome. »

ARITHMÉTIQUE. — *Nouvelle méthode pour extraire les racines des nombres.* Note de M. **Manuel Vazquez Prada**, présentée par M. Appell.

« 1. Nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie une méthode nouvelle, toute différente de celle que l'on enseigne actuellement, pour extraire une racine d'indice quelconque d'un nombre entier. Cette méthode, comme on va le voir, est d'une remarquable simplicité, tant au point de vue théorique qu'au point de vue de son application. Elle présente notamment le grand avantage de conduire tout droit au but, en évitant les tâtonnements qui compliquent et alourdissent les procédés jusqu'à présent en usage [1].

» La méthode que nous proposons s'appuie sur ce principe évident et d'ailleurs bien connu, consistant en ce que *la différence des puissances, d'un même exposant entier quelconque, de deux nombres entiers consécutifs augmente en même temps que ces nombres.*

» 2. Soit à extraire la racine $n^{\text{ième}}$ d'un nombre entier A. Partageons-le en tranches de n chiffres, à partir de la droite, la dernière tranche à la gauche pouvant contenir un nombre de chiffres moindre. Soit p le nombre

(1) L'emploi des logarithmes, pour l'extraction des racines, repose, en théorie, sur des considérations moins élémentaires et, en pratique, est d'une application assez limitée, les tables de logarithmes existantes ne permettant pas d'opérer sur des nombres de plus de sept chiffres.

de ces tranches. A l'aide de la table, préalablement construite, des puissances $n^{\text{ièmes}}$ des neuf premiers entiers, prenons le plus petit de ces entiers dont la $n^{\text{ième}}$ puissance soit supérieure au nombre formé par la dernière tranche de gauche. Désignons-le par α. Il est clair que A est inférieur à $\alpha^n \times 10^{np}$ et par conséquent $\sqrt[n]{A}$ inférieur à $\alpha \times 10^p$. Appelons λ ce dernier nombre, ou, d'une manière générale, tout autre nombre entier dont la puissance $n^{\text{ième}}$ soit supérieure à A, sans trop en différer.

» Supposons d'abord que A soit exactement la puissance $n^{\text{ième}}$ d'un nombre entier a et proposons-nous de trouver le nombre entier h qu'il faudrait retrancher de λ pour obtenir a. D'après le principe rappelé plus haut, les différences successives de la suite des nombres a^n, $(a+1)^n$, $(a+2)^n$, ..., $(a+h-1)^n$, $(a+h)^n = \lambda^n$ vont en croissant. Si donc on divise $D_1 = \lambda^n - A$ par la plus grande de ces différences, c'est-à-dire par $d_1 = \lambda^n - (\lambda - 1)^n$, le quotient entier q_1, à une unité près par défaut, sera inférieur à h, à moins que q_1 ne soit rigoureusement égal à l'unité, c'est-à-dire D_1 égal à d_1. On aurait, en effet, dans ce cas, $h = q_1 = 1$ et $\lambda - 1$ serait la racine cherchée.

» Admettons qu'il n'en soit pas ainsi. Retranchons q_1 de λ. Le nombre obtenu $\lambda - q_1$ sera supérieur à $\sqrt[n]{A}$. En raisonnant comme tout à l'heure et en divisant $D_2 = (\lambda - q_1)^n - A$ par $d_2 = (\lambda - q_1)^n - (\lambda - q_1 - 1)^n$, on obtiendra comme quotient, à une unité près par défaut, un nombre entier q_2 qui, retranché de $\lambda - q_1$, donnera un nombre encore supérieur à la racine cherchée, mais en différant moins que le précédent. On recommencera, en partant de ce nouveau membre, les opérations déjà indiquées et l'on continuera ainsi jusqu'à ce que l'on arrive à trouver un dividende D_i et un diviseur d_i qui soient égaux. La racine cherchée sera exactement égale à $\lambda - q_1 - q_2 - \ldots - q_{i-1} - 1$.

» Supposons maintenant que A ne soit pas la puissance $n^{\text{ième}}$ exacte d'un nombre entier a. En procédant comme nous l'avons indiqué, on arrivera finalement à trouver un dividende D_i inférieur au diviseur d_i correspondant. On en conclura que le nombre $\lambda - q_1 - q_2 - \ldots - q_{i-1}$ est le plus petit nombre entier dont la $n^{\text{ième}}$ puissance soit supérieure à A, c'est-à-dire que $\lambda - q_1 - q_2 - \ldots - q_{i-1} - 1$ est la racine $n^{\text{ième}}$ de A, à une unité près par défaut. Le reste de l'opération est d'ailleurs égal à $d_i - D_i$.

» 3. Donnons une application numérique. Soit à extraire, à une unité près, la racine cubique du nombre $A = 94728513$. Cette racine aura trois chiffres et le chiffre des centaines sera 4. On pourra donc prendre pour

point de départ $\lambda = 500$. On aura comme premier dividende

$$D_1 = 125\,000\,000 - 94\,728\,513 = 30\,271\,487$$

et comme premier diviseur $d_1 = 500^3 - 499^3 = 748\,501$. En effectuant la division, on obtient le quotient $q_1 = 40$, à une unité près par défaut. On calcule $(\lambda - q_1)^3 = 460^3 = 97\,336\,000$ et l'on en retranche le nombre A. On obtient ainsi le second dividende $D_2 = 97\,336\,000 - 94\,728\,513 = 2\,607\,487$. Le diviseur correspondant est $d_2 = 460^3 - 459^3 = 632\,420$. Le quotient à une unité près par défaut est $q_2 = 4$. D'où $\lambda - q_1 - q_2 = 456$. Le troisième dividende est $D_3 = 456^3 - 94\,728\,513 = 90\,303$. Le diviseur correspondant serait $d_3 = 456^3 - 455^3 = 622\,441$; mais, comme il est supérieur au dividende D_3, l'opération est terminée et la racine cherchée est $456 - 1 = 455$, à une unité près par défaut. Le reste est $d_3 - D_3 = 532\,138$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Expression de la charge supportée par l'arbre d'une turbine hydraulique en marche. Théorème relatif à l'effet dynamique de l'eau sur les aubages.* Note de M. **Bertrand de Fontviolant**, présentée par M. Maurice Lévy.

« *Charge sur l'arbre d'une turbine.* — Le diamètre qu'il convient de donner à l'arbre d'une turbine hydraulique dépend de la charge supportée par cet arbre pendant la marche. Il en est de même du travail absorbé par le frottement sur le pivot.

» Il est donc nécessaire, dans l'étude de tout projet de turbine, de déterminer la valeur de cette charge.

» Elle se compose de deux parties :

» La première, dont l'évaluation n'offre aucune difficulté, est le poids propre de la turbine, de l'arbre et des organes montés sur celui-ci.

» La seconde est la composante verticale de la résultante des actions exercées par l'eau sur la turbine. Dans notre Note nous avons établi les expressions de cette composante, qui, comme on va le voir, sont très simples; appelons-la Z.

» Ainsi qu'on le conçoit *a priori*, dans le cas des *turbines centrifuges*, Z est nul si la turbine tourne noyée dans le bief d'aval, et il est égal au poids de la masse liquide contenue à chaque instant dans les aubages si elle marche à libre déviation.

» Dans le cas des *turbines parallèles*, on a :

» *Si la turbine est à libre déviation*,

$$Z = \frac{1000 Q}{g}(W_z - W'_z) + \Pi; \tag{1}$$

si elle est noyée,

$$Z = \frac{1000 Q}{g}(W_z - W'_z) - \varpi. \tag{2}$$

» Dans ces formules, Q est le débit en volume de la turbine, par seconde; Π est le poids du volume d'eau contenu à chaque instant dans la turbine; ϖ est le poids du volume d'eau déplacé dans le bief d'aval par la masse métallique des aubes et de la couronne de la turbine; W_z est la composante verticale de la vitesse relative d'entrée de l'eau dans la turbine; W'_z est la composante verticale de la vitesse relative de sortie.

» La différence $(W_z - W'_z)$ peut être remplacée par la différence $(V_z - V'_z)$ des composantes verticales des vitesses *absolues* d'entrée et de sortie, qui lui égale.

» Nous avons obtenu les deux formules qui précèdent en appliquant le théorème des quantités de mouvements projetées au mouvement relatif de l'eau dans la turbine.

» *Somme des efforts tangentiels moteurs exercés par l'eau sur une turbine parallèle.* — Développons le cylindre moyen de la turbine et faisons, dans le plan du développement, la somme des efforts tangentiels moteurs exercés par l'eau sur la turbine; soit X cette somme. Par application du théorème des moments des quantités de mouvement, nous sommes arrivés à la formule

$$X = \frac{1000 Q}{g}(W_x - W'_x) = \frac{1000 Q}{g}(V_x - V'_x) \tag{3}$$

que la turbine soit noyée ou non.

» W_x et W'_x sont les composantes horizontales des vitesses relatives d'entrée et de sortie; V_x et V'_x sont celles des vitesses absolues aux mêmes points.

» *Effet dynamique de l'eau sur une turbine parallèle.* — Le premier terme

$$\frac{1000 Q}{g}(W_z - W'_z) = \frac{1000 Q}{g}(V_z - V'_z) \tag{4}$$

du second membre des formules (1) et (2) représente la charge verticale *dynamique* exercée par l'eau, tandis que les seconds termes Π et $-\varpi$ représentent la charge verticale *statique*.

» D'autre part, d'après (3), la quantité

$$(5) \qquad \frac{1000\,Q}{g}(W_x - W'_x) = \frac{1000\,Q}{g}(V_x - V'_x)$$

est la somme des efforts tangentiels *dynamiques* exercés par l'eau.

» Donc, la résultante de (4) et de (5) est aussi la résultante des *effets dynamiques* de l'eau sur la turbine supposée développée, comme il a été dit plus haut.

» D'où ce théorème : *A un facteur constant près égal à la masse liquide* $\frac{1000\,Q}{g}$ *débitée par seconde, l'effet dynamique de l'eau sur une turbine parallèle est représenté en grandeur, direction et sens, par la résultante de la vitesse relative (ou absolue) d'entrée et d'une vitesse égale et contraire à la vitesse relative (ou absolue) de sortie.*

» On peut encore dire que : *L'effet dynamique est égal à la variation géométrique de quantité de mouvement que subit le volume d'eau débité par seconde, dans son passage à travers la turbine.*

» Comme on le voit, ce théorème fournit une détermination graphique très simple de l'effet dynamique. Il est tout indiqué d'effectuer cette détermination sur l'épure classique du tracé des aubes qui, ainsi complétée, donne tous les éléments du fonctionnement de la turbine. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la marche de la pluie à Athènes.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. Mascart.

« D'après les observations pluviométriques faites à l'observatoire d'Athènes pendant la période 1878-1894, la hauteur normale annuelle de la pluie est $405^{mm},9$ et le nombre des jours pluvieux 97,8.

» Ces chiffres ne sont évidemment pas très petits; à première vue, ils n'indiquent point la sécheresse bien connue du climat d'Athènes. Dans d'autres climats, qui ne sont pas considérés comme secs, la hauteur normale annuelle de la pluie n'est pas beaucoup plus grande. La hauteur moyenne de pluie de l'Europe centrale par exemple ne dépasse pas 500^{mm}.

» La sécheresse du climat d'Athènes ne provient donc pas de la hauteur normale de la pluie; elle est due à trois autres raisons, les suivantes :

» La première en est la variation considérable, à laquelle est soumise la

quantité annuelle de pluie. En effet, à Athènes, il y a des années où la hauteur de pluie dépasse considérablement sa valeur normale; mais, dans la plupart d'entre elles, elle lui est inférieure et quelquefois de beaucoup. Ainsi, en 1883, elle est arrivée à $846^{mm},5$, tandis qu'en 1891 elle a été seulement $206^{mm},2$; la différence de ces deux années $640^{mm},3$ dépasse la valeur normale annuelle. Le maximum ci-dessus est plus que le double de la valeur normale, tandis que le minimum en est presque la moitié.

» Des citations historiques indiquent d'ailleurs qu'il y a eu des années où la pluie a manqué presque absolument.

» La deuxième raison provient de la marche annuelle de la pluie. La pluie à Athènes présente une très grande irrégularité dans sa marche annuelle. Le mois le plus pluvieux est celui de novembre et le plus sec celui de juillet. Le premier a une hauteur de pluie de $75^{mm},5$, tandis que le second n'en a que $8^{mm},2$. En général les quatre mois chauds, juin, juillet, août et septembre, n'ont qu'une quantité de pluie insignifiante. Il n'est pas très rare d'ailleurs de voir deux ou même trois mois chauds consécutifs sans une goutte d'eau. En 1874, par exemple, depuis le 30 mai jusqu'au 18 septembre, soit pendant 111 jours, la hauteur de pluie a été $0^{mm},1$. En plus de cette année, il y en a 10 sur 36 dans lesquelles, pendant deux mois consécutifs d'été, la hauteur totale de pluie n'a pas dépassé $0^{mm},1$.

» Après la sécheresse de l'été, les pluies fréquentes commencent en octobre et finissent en mai.

» La troisième raison est due à l'intensité de la pluie. A Athènes, les pluies sont d'ordinaire fortes et de petite durée. Il est rare d'avoir une journée entière pluvieuse et beaucoup plus rare encore d'avoir une suite de jours pluvieux. D'ordinaire, après quelques heures de temps pluvieux, le ciel redevient serein. A cause de cette particularité du climat, l'eau de pluie descend très vite en torrents à la mer, sans grand profit pour le pays.

» La marche diurne de la pluie présente aussi une grande irrégularité. Ainsi, d'après les observations faites à 8^h a. m. 2^h et 9^h p. m., nous avons trouvé les valeurs normales suivantes :

h h	mm
8-2	99,8
2-9	184,9
9-8	134,2

» La quantité de pluie qui tombe dans la journée est plus que le double de celle de la nuit, et celle de l'après-midi presque le double de celle du

matin. En été et en hiver, il arrive souvent d'avoir beau temps le matin, de l'orage avec pluie dans l'après-midi et ciel clair la nuit; d'ailleurs, les orages en général sont plus fréquents le jour que la nuit et se produisent principalement dans l'après-midi. C'est de là que provient cette grande différence de pluie dans ces trois parties du jour.

» La grande oscillation de la quantité annuelle de la pluie à Athènes est due aux différents degrés d'humidité qu'apporte le courant équatorial, suivant le chemin qu'il a parcouru jusqu'à y arriver.

» Les vents dominants à Athènes sont ceux des régions du nord et du sud; mais la quantité annuelle de pluie ne dépend pas de la direction du vent qui domine. Avec les mêmes vents, on a tantôt de grandes et fréquentes pluies, tantôt de la sécheresse. Ainsi les années 1858, 1863, 1880, 1888, 1891 et 1892, pendant lesquelles ont dominé les vents du nord ont été sèches, tandis que les années 1881, 1883, 1885 et 1893, avec les mêmes vents, ont été pluvieuses. Aussi les années 1864, 1870, 1871, 1875, 1883 pendant lesquelles ont dominé les vents du sud ont été pluvieuses, tandis que les années 1867, 1869, 1873, 1876, 1878 et 1882 avec les mêmes vents ont été plus ou moins sèches.

» Les années sèches et pluvieuses se suivent avec quelque régularité. D'ordinaire, tous les sept ans en moyenne, il y en a une très pluvieuse, comme 1857, 1864, 1871, 1877, 1885, 1893. Les groupes des années sèches qui séparent les années pluvieuses ci-dessus ont d'ordinaire au milieu d'entre elles une dont la hauteur de pluie a environ la valeur normale; celle des autres est inférieure.

» La pression atmosphérique annuelle des années pluvieuses est inférieure à la normale, tandis que celle des années sèches lui est supérieure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le traitement de l'émeraude et la préparation de la glucine pure*. Note de M. P. Lebeau, présentée par M. Henri Moissan.

« Les procédés utilisés pour extraire la glucine de l'émeraude sont nombreux, mais, pour la plupart, assez délicats; ce minéral étant inattaquable par les acides et renfermant une forte proportion de silice. La présence de ce dernier corps compliquant toujours la séparation des oxydes métalliques, nous avons choisi de préférence un procédé permettant de l'éliminer dès le début du traitement à l'état de fluorure de silicium.

» Wöhler a employé souvent pour l'attaque des minéraux silicatés l'acide fluorhydrique produit en présence même du minéral pulvérisé par l'action de l'acide sulfurique sur le fluorure de calcium. De nombreux chimistes y ont substitué l'emploi des fluorhydrates de fluorure ou de fluorures alcalins.

» *Attaque de l'émeraude.* — 1° Lorsque l'on applique le procédé de Wöhler au traitement de l'émeraude, on constate qu'il est difficile d'obtenir une attaque complète, surtout en opérant avec des quantités un peu notables de matière. On remédie à cet inconvénient en fondant d'abord l'émeraude avec le fluorure de calcium. A cet effet, on chauffe au feu de coke dans un grand creuset de plombagine de 5^{kg} à 6^{kg} d'un mélange de 1 partie d'émeraude et 2 parties de fluorure de calcium. Lorsque la masse est fluide on la coule dans un baquet rempli d'eau : on obtient ainsi une matière poreuse facile à pulvériser. L'attaque par l'acide sulfurique est très vive et doit être faite à froid. Il est commode d'opérer dans une grande terrine en grès. Lorsque le dégagement de fluorure de silicium a cessé, on chauffe au bain de sable, jusqu'à apparition de fumées blanches abondantes d'acide sulfurique. On peut projeter alors par petites portions dans l'eau; les sulfates d'alumine, de glucine et de fer entrent en solution, et il se forme un dépôt blanc de sulfate de chaux. On décante ce liquide, on lave le précipité, et on concentre les solutions. L'excès d'acide est ensuite saturé partiellement par du carbonate de potasse, et on laisse refroidir : il se dépose en abondance de l'alun qui entraîne la majeure partie de l'alumine.

» Les eaux-mères séparées de l'alun sont saturées par l'ammoniaque et additionnées d'un excès de carbonate d'ammoniaque; on laisse en contact pendant plusieurs jours en agitant fréquemment. La solution filtrée abandonne à l'ébullition un carbonate impur de glucinium et d'ammonium sur la purification duquel nous allons revenir dans un instant.

» 2° L'emploi du four électrique nous a fourni un nouveau procédé rapide de traitement de l'émeraude. Ce minéral chauffé dans un tube de charbon fond facilement et ne tarde pas à entrer en ébullition; il se dégage des vapeurs abondantes constituées au début par de la silice presque pure qui se dépose en un feutrage épais à l'extrémité du tube. Lorsque, après l'expérience, on examine les dépôts se rapprochant de la partie chauffée, on constate que leur teneur en silice diminue tout en étant supérieure à la quantité renfermée normalement dans l'émeraude; par contre, la partie la plus fixe ne renferme guère que la moitié de la silice de l'émeraude, soit 30 pour 100 en moyenne. Si l'on opère dans un creuset et que l'on

arrête la chauffe lorsque le dégagement de silice, fort abondant au début, commence à se ralentir, il reste une matière fondue, renfermant toujours une petite quantité de chaux provenant du four et possédant la propriété de se pulvériser en refroidissant, à la façon du bichromate de potassium. Ce silicate, plus basique que l'émeraude, est directement attaquable par les acides. On peut, par exemple, le décomposer par l'acide fluorhydrique et l'acide sulfurique et obtenir une solution de sulfates que l'on traitera comme il a été indiqué plus haut.

» *Purification de la glucine.* — Le carbonate de glucinium et d'ammonium impur est redissous dans l'acide nitrique; la solution étendue est additionnée d'un peu de ferrocyanure de potassium qui précipite tout le fer.

» On filtre et l'on enlève l'excès de ferrocyanure au moyen du nitrate de cuivre, et le cuivre est enfin éliminé par un courant d'hydrogène sulfuré; on a ainsi une solution d'azotate de glucinium ne renfermant plus de fer. Il reste à séparer l'alumine qui a été entraînée dans la première dissolution dans le carbonate d'ammoniaque. Pour enlever ces dernières traces d'alumine, nous avons utilisé la propriété que possède l'alumine hydratée de se polymériser facilement, même à froid, et de devenir par ce fait beaucoup moins attaquable par les réactifs. Si on laisse séjourner le précipité d'hydrate obtenu en traitant le nitrate ou le sulfate d'alumine par l'ammoniaque, au sein même du liquide où il s'est formé, il perd l'aspect gélatineux en même temps qu'il se dissout beaucoup plus difficilement dans les acides. Il est alors complètement insoluble dans le carbonate d'ammoniaque.

» La glucine exempte de fer est précipitée de sa solution nitrique par l'ammoniaque; on laisse trois ou quatre jours en repos et l'on décante le liquide surnageant, on le remplace par une solution concentrée de carbonate d'ammoniaque, qui dissout lentement la glucine et laisse un léger dépôt blanc d'alumine.

» La solution filtrée est portée à l'ébullition et le précipité ainsi formé, lavé avec soin, est dissous dans l'acide nitrique pur; par évaporation de la liqueur et calcination, on obtient la glucine sous une forme dense et absolument pure. M. Deslandres a bien voulu en étudier le spectre et n'y a rencontré aucun autre métal [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un groupe d'eaux minérales renfermant de l'ammoniaque : eaux bitumineuses.* Note de M. F. **Parmentier.**

« Une eau est jugée comme impropre à la consommation quand elle renferme une certaine proportion d'ammoniaque. On la considère, avec raison, comme souillée par l'infiltration de produits de fermentation de matières organiques et par conséquent accompagnée de produits nocifs.

» Nous avons trouvé que toutes les eaux à goût bitumineux, captées aux environs de Clermont, renferment une certaine quantité d'ammoniaque. Ces eaux, en général, sont assez fortement minéralisées, riches en acide carbonique, mais ne renfermant d'autres matières organiques qu'une certaine proportion de bitume, difficile à apprécier autrement que par le goût ou l'odorat.

» Certaines de ces eaux sont exploitées pour l'exportation et elles ont acquis une certaine vogue à cause du bitume qu'elles contiennent. D'autres sont surtout consommées sur place et leur usage, malgré l'ammoniaque qu'elles renferment, n'a produit aucun effet fâcheux. On peut même dire que la substitution de ces eaux, données gratuitement ou livrées à un très bas prix, aux eaux de la ville, a amélioré l'état sanitaire de tout un quartier dans lequel la distribution de l'eau potable laisse à désirer.

» Voici l'analyse complète d'une de ces eaux, de la *source Grassion*, captée dans des calcaires bitumineux, au point de jonction des lignes Clermont-Nîmes et Clermont-Tulle.

Température	6°
Résidu minéral à 180°	gr 4,500
Acide carbonique total	4,870
Acide chlorhydrique	0,075
Acide sulfurique	0,016
Silice	0,050
Chaux	0,330
Magnésie	0,155
Potasse	0,026
Soude	2,036
Lithine	0,001
Alumine	0,004
Ammoniaque	0,006
Fer	Pas de traces.

Arsenic	Pas de traces.
Nitrates	Id.
Matières bitumineuses	Reconnaissables au goût et à l'odorat, entraînées par la vapeur d'eau sans résidu appréciable.
Matières organiques	Point de traces.

» Frappé par la présence d'une aussi grande quantité d'ammoniaque dans cette eau, nous avons recherché ce corps dans d'autres sources bitumineuses des environs de Clermont et nous avons trouvé :

	Ammoniaque.
Source des Médecins	0,0010
Source de la Vallière	0,0002
Source du Puits artésien	0,0040

» La teneur en ammoniaque dans ces eaux paraît proportionnelle à leur richesse en bitume.

» L'eau la plus remarquable par sa teneur en ammoniaque est celle du *Puy de la Poix*, bien connue de tous les géologues, et dans laquelle, pas plus que dans les autres, l'ammoniaque n'a été signalée jusqu'ici.

» Quand nous avons fait nos recherches, l'eau de cette source ne contenait, après filtration, pour en enlever le bitume et le soufre insolubles, que 41^{gr},7 de résidu fixe par litre. Des recherches antérieures ont donné une minéralisation bien plus forte.

» Nous avons trouvé dans cette eau, par litre :

Ammoniaque........................ 0^{gr},0454

» Nous avons aussi recherché et trouvé l'ammoniaque dans les eaux d'infiltration des gisements bitumineux de Pont-du-Château et dans les eaux bitumineuses recueillies dans les différents sondages exécutés aux environs de Clermont et de Riom, en vue de découvrir des gisements pétrolifères.

» Dans toutes ces eaux, l'ammoniaque est nettement décelée par le réactif de Nessler. Nous l'avons dosée en faisant évaporer en plein air un volume déterminé d'eau en présence d'un léger excès d'acide sulfurique et recueillant, avec un appareil de Schlœsing, dans de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, les produits volatils déplacés par la magnésie. On pesait ensuite le chloroplatinate d'ammoniaque obtenu avec les produits de condensation, puis le platine laissé comme résidu de la calcination du chloroplatinate. Le poids de chloroplatinate a toujours été trouvé en léger excès sur le poids du platine. Peut-être ces eaux renferment-elles des alcalis volatils différents de l'ammoniaque. Nous nous proposons de vérifier ce point, qui jettera peut-être quelque jour nouveau sur l'origine des bitumes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dosage du tannin dans les vins.* Note de M. E. Manceau, présentée par M. Friedel.

« Nous avons entrepris, au cours de l'année 1893, des recherches sur les procédés usuels de dosage du tannin dans les vins. Quatre méthodes ont été étudiées :

» 1° Dosage par une solution titrée de gélatine ;

» 2° Dosage par le perchlorure de fer ;

» 3° Dosage par l'acétate de zinc ;

» 4° Enfin le procédé reposant sur l'emploi de cordes à boyaux proposé par M. Girard.

» L'analyse d'un même échantillon par ces quatre procédés nous a toujours fourni quatre chiffres différents ; bien plus, aucune des trois premières méthodes appliquée, à diverses reprises, à des échantillons identiques, n'a donné de résultats concordants.

» Des recherches ultérieures, encore inédites, nous ont montré que les chiffres obtenus par l'une quelconque de ces trois méthodes dépendaient : 1° de la dilution ; 2° de la température ; 3° de la proportion d'alcool, des acides, des sels. Nous pouvons même ajouter que nous ne connaissons aucun procédé de dosage, reposant sur la précipitation du tannin par une gélatine soluble ou un sel métallique, qui permette de retirer tout le tannin d'une dissolution. Nous reviendrons sur ces faits, dont nous avons précisé les causes.

» Seules, les peaux et membranes animales, telles que la corde à boyaux (méthode Girard), peuvent fixer tout le tannin d'une dissolution.

» La méthode de M. Girard serait donc seule exacte. Malheureusement elle exige de longues et minutieuses manipulations, elle perd toute précision pour le dosage de faibles quantités de tannin ; elle est, en particulier, inapplicable aux vins de Champagne, qui renferment, en moyenne, $0^{gr},020$ de tannin par litre.

» La méthode de dosage, vérifiée et appliquée depuis deux ans, que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie, repose sur l'emploi combiné de la corde à boyaux et du permanganate de potasse. Elle exige une préparation des cordes plus minutieuse que celle demandée par le procédé précédent, mais elle doit à l'emploi du permanganate une sensibilité extrême et son exécution facile la rend d'une pratique courante.

» Le mode opératoire est le suivant :

» Environ 100^{cc} de vin (s'il s'agit d'un vin pauvre en tannin, comme le vin de Champagne) sont placés dans un petit flacon bouché à l'émeri, avec 1^{gr} de cordes à boyaux. Après une semaine, à la température de 15° environ, on peut être certain que tout le tannin est fixé par la corde.

» On procède alors au titrage, à l'aide d'une solution de permanganate de potasse dont 1^{cc} correspond à $0^{mg},2$ de gallotannin pur, et en se servant d'une solution sulfurique d'indigotine comme indicateur.

» La différence des volumes de permanganate employés pour décolorer 25^{cc}, par exemple, du vin primitif et le même volume, soit 25^{cc}, du même vin privé de tannin, fait connaître le poids de gallotannin correspondant à 25^{cc} de vin.

» Pour préparer la corde à boyaux, on a soumis les cordes à violon, non huilées, du commerce, à des lavages prolongés avec l'eau alcoolisée, l'eau acidulée, l'eau pure, jusqu'à ce que la membrane ne cède à ces dissolvants aucune substance réduisant à froid le permanganate.

» Il est à remarquer que le chiffre fourni par notre méthode n'a pas la même signification que celui obtenu par la méthode Girard. Par ce dernier procédé on obtiendrait, en effet, le poids total des divers tannins du vin, tandis que nous évaluons le poids de gallotannin correspondant à ces œnotannins. C'est, en somme, un résultat analogue à celui qu'on obtient lorsque, saturant un vin par une liqueur alcaline titrée, on évalue l'acidité totale en acide sulfurique ou tartrique.

» Ce procédé de dosage nous a donné, pour les vins de Champagne, des chiffres variant, pour plusieurs centaines d'échantillons, de 8^{mg} à 50^{mg} de gallotannin par litre. Sa sensibilité nous a permis d'étudier, de préciser certaines des réactions peu connues jusqu'ici, qui se produisent lors du collage des vins.

» Bien qu'imaginé spécialement en vue des vins de Champagne, ce dosage est applicable, comme nous l'avons vérifié, à tous les vins blancs et rouges; si le vin est très tannisé, on l'étend, avec de l'eau, à un volume connu et on opère ensuite comme nous l'avons indiqué pour les vins de Champagne. De même, en employant des solutions de dilution convenable, le procédé peut servir à l'examen des tannins commerciaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore sur l'alcool propylique normal.* Note de M. **André Brochet**, présentée par M. P. Schützenberger.

« MM. Spring et Tart [1] en faisant réagir à chaud le chlore sur l'alcool propylique normal ont obtenu une aldéhyde dichlorée dont ils décrivirent simplement un polymère

$$[CH^3.CCl^2.COH]^n.$$

» Ils déterminèrent la constitution de ce composé par la formation en présence d'oxyde d'argent à 170° des acides carbonique, acétique et chlorhydrique. Ces auteurs ne firent aucune recherche, ni sur la série des réactions produites, ni sur les composés accompagnant l'aldéhyde, leur but ayant été simplement de préparer un chloral propylique analogue au chloral ordinaire et en opérant d'une façon identique.

» J'ai entrepris la chloruration de l'alcool propylique à froid en opérant comme je l'ai indiqué pour l'action du chlore sur l'alcool méthylique [2] et sur l'alcool isobutylique [3]. Les réactions obtenues étant du même ordre que celles produites pour l'alcool isobutylique, je ne les développerai pas davantage. Finalement, le liquide chloré se sépare en deux couches; l'une (couche supérieure) étant formée d'eau, d'acide chlorhydrique, d'alcool inattaqué et d'aldéhyde chloropropionique, l'autre étant constituée uniquement d'oxyde de propyle dichloré, dissymétrique,

$$CH^3.CHCl.CHCl.O.CH^2.CH^2.CH^3.$$

» Ce liquide est excessivement mobile, incolore, il possède une odeur caractéristique très tenace et distille à 80° sous la pression de 15^{mm} et à 176° sous la pression de 762^{mm}. Sa densité est $D_4^{15} = 1,129$ et son indice de réfraction n_D à $16° = 1,447$.

» L'oxyde de propyle dichloré dissymétrique, traité par l'eau à l'ébullition, donne un mélange d'aldéhyde chloropropionique α et de propional

(1) Spring et Tart, *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. III, p. 402.
(2) Brochet, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 130.
(3) Brochet, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1280.

dipropylique chloré d'après l'équation

$$2[CH^3.CHCl.CHCl.O.C^3H^7] + H^2O$$
$$= CH^3.CCl.COH + CH^3.CCl.CH(OC^3H^7)^2 + HCl.$$

» *Aldéhyde chloropropionique* α. — Les produits x.100 obtenus dans l'opération précédente étant fractionnés donnent un maximum important entre 85° et 90°. Le composé ainsi obtenu ($D_4^{15} = 1,236$, n_D à $16° = 1,441$) paraît être un mélange à point d'ébullition fixe plutôt que l'hydrate défini $C^3H^5ClO, 2H^2O$. L'analyse élémentaire correspond à $C^3H^5ClO + 1,85H^2O$. La déshydratation de ce produit est assez difficile : le carbonate de potassium, le sulfate de cuivre desséché, le chlorure de calcium, l'acétate de sodium fondu donnent de mauvais résultats, la distillation sur l'acide oxalique laisse toujours une certaine quantité d'eau. Pour arriver à l'aldéhyde complètement anhydre, j'ai dû employer l'acide sulfurique; les deux liquides étant mélangés à volumes égaux après avoir été refroidis à — 20°. L'aldéhyde formant la couche supérieure a dû être distillée rapidement pour la soustraire à un contact trop prolongé avec l'acide sulfurique entraîné mécaniquement. Une légère décomposition du produit fournit une certaine quantité d'acide chlorhydrique, lequel s'accumule dans les parties légères pendant les fractionnements nécessaires pour avoir l'aldéhyde pure; ainsi obtenue, c'est un liquide incolore très fluide, distillant à 86° sous la pression de 755^{mm} :

$$D_4^{15} = 1,182, \qquad n_D \text{ à } 17° = 1,431.$$

» L'odeur de cette aldéhyde rappelle celle du chloral et provoque le larmoiement (ses dérivés hydratés ont une odeur douce et agréable et une consistance oléagineuse).

» Les aldéhydes de la série grasse chlorées ou non manifestent en général une grande tendance à la polymérisation; au contraire, celle-ci ne donne pas de cristaux par contact avec l'acide sulfurique, ou après saturation par l'acide chlorhydrique. Cependant, ayant déterminé le poids moléculaire d'un échantillon préparé quelques jours auparavant et contenant un peu d'acide chlorhydrique, j'ai trouvé 128 au lieu de 92,5. J'espère donc pouvoir arriver à polymériser ce produit d'une façon régulière après un temps probablement très long.

» La constitution de l'aldéhyde chloropropionique obtenue dans les conditions précédentes était assez facile à prévoir. On connaît en effet déjà un des deux isomères possibles : l'aldéhyde β-chloropropionique qui diffère

sensiblement de celle-ci par ses propriétés physiques et chimiques; d'autre part, MM. Spring et Tart, par l'action du chlore (*loc. cit.*), et M. Étard [1], par l'action du brome sur l'alcool propylique, ont obtenu les aldéhydes bisubstituées α.

» J'ai cependant voulu vérifier à nouveau quelle était la position du chlore dans le produit que j'avais préparé. J'ai eu à cet effet recours à l'oxydation.

» Avec l'oxyde d'argent fraîchement précipité, l'action est immédiate et l'échauffement considérable, mais la quantité d'oxyde nécessaire (près de vingt fois le poids de l'aldéhyde) rend l'opération assez difficile; j'ai préféré employer le permanganate de potassium.

» En général, dans une oxydation au permanganate de potassium, le liquide devient peu à peu alcalin; dans le cas présent, il devient au contraire de plus en plus acide, et l'oxydation ne se fait que très lentement; elle est instantanée si l'on alcalinise la solution. Dans le liquide filtré, on peut aisément caractériser les acides carbonique, chlorhydrique et acétique. Cet essai montre donc que l'on est en présence de l'*aldéhyde α-chloropropionique*, laquelle est décomposée d'après l'équation suivante :

$$CH^3.CHCl.COH + O^3 = CH^3.CO^2H + HCl + CO^2.$$

» *Propional dipropylique chloré :* $CH^3.CHCl.CH(OC^3H^7)^2$. — Ce composé résulte de l'action de l'eau ou de l'alcool propylique sur l'oxyde de propyle dichloré; dans le premier cas, il renferme toujours de l'oxyde inattaqué et les nombres d'analyse trop faibles pour le carbone sont au contraire beaucoup trop forts pour le chlore. Il est donc nécessaire, avant de rectifier le produit, de le laisser en contact avec une solution alcaline étendue.

» C'est un liquide incolore, mobile, distillant à 203° sous la pression de 755^{mm}

$$D_4^{15} = 0,990, \qquad n_D \text{ à } 16° = 1,430.$$

» Ce composé est excessivement stable comme tous les acétals d'ailleurs; il constitue malheureusement un résidu assez abondant de la préparation de l'aldéhyde α-chloropropionique, que je me propose d'étudier ultérieurement d'une façon plus complète [2]. »

---

(1) A. Étard, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 753.

(2) École de Physique et de Chimie industrielles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'ozotoluène.* Note de M. **Adolphe Renard**, présentée par M. Grimaux.

« Le toluène pur, soumis à l'action de l'ozone, donne un produit explosif, l'ozotoluène, analogue à l'ozobenzène ([1]). Lorsqu'on opère avec du toluène pur du commerce, on obtient d'abord une masse noire goudronneuse, non explosive et acide. Pour obtenir du toluène pur, après avoir soumis le carbure à l'action de l'ozone pendant dix à douze heures et l'avoir séparé de la matière noire qui s'est formée, on le lave à la soude et on le rectifie. Soumis alors de nouveau à l'action de l'ozone, il donne de l'ozotoluène sous la forme d'une masse blanche, translucide, d'aspect gélatineux, qui, après évaporation du toluène en excès dans un courant d'air sec, devient blanche et opaque. Son mode de préparation est du reste identique à celui de la préparation de l'ozobenzène, mais à la condition d'opérer à une plus basse température, vers 0°, car dès + 8° ou + 10°, il commence à se décomposer.

» Préparé à 0°, il se présente sous la forme d'une masse blanche amorphe; la moindre trace d'humidité le décompose. Dans l'air sec, à la température ordinaire, il s'altère, devient poisseux et acide. Il détone par la chaleur ou le choc, mais moins facilement que l'ozobenzène. Mis en contact avec de la potasse concentrée, il décrépite vivement, mais ne produit pas d'explosion, comme l'ozobenzène, au contact de l'ammoniaque ou de l'acide sulfurique concentré. L'eau le décompose avec élévation de température; il se dégage un peu d'acide carbonique et la liqueur renferme de l'acide benzoïque et de l'acide formique. Cette formation d'acide benzoïque démontre bien que, dans l'ozotoluène, le noyau benzénique est resté intact. Les mêmes produits de sa décomposition prennent naissance lorsqu'on soumet le toluène pur à l'action de l'ozone en présence d'eau. Pour déterminer sa composition, j'ai suivi exactement la même méthode que celle indiquée pour l'analyse de l'ozobenzène et les nombres obtenus ont permis de lui attribuer très exactement la formule $C^7H^8O^6$, ce qui en fait l'homologue supérieur de l'ozobenzène $C^6H^6O^6$, dont il partage du reste toutes les propriétés.

» Avec le xylène pur (orthoxylène), on obtient également, par l'action

([1]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1177.

de l'ozone à 0°, un produit blanc explosif en tout comparable à l'ozotoluène et à l'ozobenzène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de la nitration du menthone.* Note de M. **Konovaloff**.

« En continuant l'étude de l'action de l'acide nitrique sur les hydrocarbures ayant un caractère saturé, et sur leurs dérivés, j'ai fait des expériences sur la nitration du menthone $C^{10}H^{18}O$. J'ai trouvé que l'acide nitrique ($d_0 = 1075$) agit très facilement déjà à la température de 100° sur le menthone en tube scellé.

» J'ai séparé des produits de cette réaction un corps dont la composition, établie par l'analyse, est celle du nitromenthone $C^{10}H^{17}(AzO^2)O$.

Trouvé	C = 60,07 %,	H = 8,83 %,	Az = 7,03 %
Calculé pour la formule $C^{10}H^{17}AzO^2$..	C = 60,30 %,	H = 8,54 %,	Az = 7,04 %

» Ce produit est un liquide légèrement jaunâtre dont l'odeur rappelle celle du menthone. A la pression de 15mm, il distille, avec un peu de décomposition, entre 135° et 140°, $d_0 = 1,0856$, $d_{20} = 10591$. Il ne se dissout ni dans l'eau ni dans l'acide chlorhydrique concentré, ni dans le carbonate de soude; la solution de KHO concentrée n'en dissout à la température ordinaire qu'une très petite quantité.

» La solution alcoolique de C^2H^5ONa, au contraire, agit sur le nitromenthone très vivement avec échauffement; on obtient, dans cette réaction, un sel peu soluble dans l'excès du réactif. La solution aqueuse de ce sel ne réagit pas avec les acides carbonique et borique ni avec l'hydrogène sulfuré, tandis que l'acide sulfurique dilué le décompose en séparant un acide huileux coloré en vert par des oxydes nitreux; cet acide distille à la pression de 13mm, entre 190° et 195°, avec une légère décomposition et correspond à la formule $C^{10}H^{19}AzO^4$; il n'est soluble ni dans l'eau froide, ni dans HCl concentré. Le carbonate de soude le dissout facilement. Il donne, avec la solution alcoolique de C^2H^5ONa, le même sel que le nitromenthone. L'analyse donne, pour ce sel desséché à la température de 110°, la composition $C^{10}H^{17}NaAzO^4$; sa solution aqueuse manifeste très bien ma réaction sur les nitroproduits primaires et secondaires ($FeCl^3$) et l'éther (ou benzine ou CS^2).

» Le nitromenthone se réduit en donnant un corps basique. Ces indica-

tions me font croire que la combinaison $C^{10}H^{17}AzO^2$ consiste surtout en nitromenthone tertiaire de la formule

$$
\begin{array}{ccc}
 & C^3H^7 & \\
 & / & \\
 & C\,AzO^2 & \\
 & / \quad \backslash & \\
CH^2 & & CO \\
| & & | \\
CH^2 & & CH^2 \\
 & \backslash \quad / & \\
 & CH\,CH^3. &
\end{array}
$$

» Ce nitromenthone est transformé par la solution de C^2H^5ONa en un sel de l'acide nitré

$$
(CH^3)^2\,CH(AzO^2)\,CH^2.CH^2.CH^2.\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{}{CH}}.CH^2.CO^2H\ \text{[1]}
$$

» En continuant l'étude du nitromenthone, premier nitrocétone non aromatique, et, en général, l'étude de l'action de l'acide nitrique sur les divers cétones, j'espère trouver la confirmation de mes suppositions. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation de la cellulose.* Note de M. V. OMELIANSKI, présentée par M. Duclaux.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les premiers résultats d'un travail exécuté sous la direction et dans le laboratoire de M. Winogradsky, à l'Institut de Médecine expérimentale, à Saint-Pétersbourg, dans le courant des deux dernières années.

» Le phénomène microbien que je me suis appliqué à étudier est certainement un des plus répandus dans la nature, mais ses agents actifs et ses caractères sont encore loin d'être suffisamment connus.

» Le *Bacillus amylobacter*, qu'on a considéré comme le ferment de la cellulose par excellence, n'est, à notre avis, qu'une *espèce collective,* et l'on a

---

[1] Cette transformation est tout à fait analogue à celle que Ad. Mayer et O. Monnassé ont décrite pour le binitrosomenthone (*Berichte der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXVII, p. 1912; 1894, et t. XXVIII, p. 1586; 1895).

réuni sous ce nom un grand nombre de ferments butyriques divers; aucun de ces ferments butyriques n'a montré, de plus, la propriété, assez prononcée, de décomposer la cellulose pure.

» Quant aux études chimiques de M. Popoff et de M. Hoppe-Seyler sur la fermentation forménique de la cellulose, ces auteurs n'ont expérimenté qu'avec un mélange de papier avec de la boue de cloaque, sans isoler ou étudier attentivement les microbes qui y pullulaient. Les caractères de cette fermentation qu'ils ont fait connaître, à savoir : formation d'acide carbonique et de gaz des marais à volumes égaux et absence d'autres produits fixes ou volatils, ne se rapportent donc qu'au phénomène brut, tel qu'il se passe dans certaines conditions naturelles.

» Nous nous sommes appliqué dès le début à isoler le microbe spécifique de cette fermentation. Les méthodes bactériologiques, ordinairement en usage, refusant leur service dans ce cas, nous avons employé le procédé de la *culture élective* dont s'est servi M. Winogradsky dans plusieurs de ses recherches.

» Nous avons composé un milieu très simple et très spécial, à savoir : une solution de phosphate de potasse, de sulfate de magnésie, de sulfate d'ammoniaque (ce sel comme source unique d'azote), additionnée de papier de Suède et de craie. En introduisant dans ce milieu une trace de limon de la Néva et en tenant les vases à l'abri de l'air, à 30°-35°, nous avons vu bientôt se déclarer une fermentation assez vive, à la suite de laquelle les bandes de papier devenaient jaunâtres, transparentes, d'apparence gélatineuse et finissaient par disparaître en ne laissant qu'un faible résidu. Il y avait en même temps dissolution de la craie ajoutée.

» La culture, méthodique et suivie, dans ces mêmes conditions, a donné les mêmes résultats pendant plusieurs générations, et l'on pouvait en conclure que ces conditions sont assez appropriées aux besoins du microbe spécifique de cette fermentation. Il faut ajouter pourtant qu'elle débutait parfois lentement et difficilement, surtout quand la semence était très faible. Nous avons réussi à écarter cette difficulté, sans trop modifier le milieu choisi, en ajoutant des doses minimes de gomme arabique.

» Il n'a pas été difficile de découvrir dans ces cultures le ferment cherché : tandis que le liquide en est presque exempt, on le trouve en masses presque pures sur le papier, surtout quand celui-ci est à un état de décomposition avancé. C'est un bacille extrêmement mince et ténu, à articles droits ou légèrement sinueux, longs de 6 à 7μ, larges de $0^{\mu},2$ à $0^{\mu},3$ seulement; il forme des spores très régulièrement rondes (diamètre 1μ) dans

des renflements terminaux, également ronds. L'aspect microscopique des masses de ce bacille avec spores, revêtant en couche très adhérente les fibres du papier, est très caractéristique; ce qui est très démonstratif de son action, c'est qu'on trouve toutes les transitions entre les fibres de papier encore saines, c'est-à-dire ayant conservé leur structure, et d'autres déjà gonflées et transparentes, jusqu'à des fibres dont rien qu'une traînée bacillaire retenue par une substance glaireuse n'indique la présence.

» Pour avoir le bacille à l'état pur, ce qui exige ici un travail long et soigneux, il est nécessaire de chauffer la semence à plusieurs reprises jusqu'à 90°, pendant vingt minutes, et de faire des cultures anaérobies sur pomme de terre cuite. Ces dernières ne réussissent qu'avec une semence épurée jusqu'à ce qu'elle ne contienne que très peu de germes étrangers. La croissance sur ce milieu est toujours très faible : les colonies qui s'y forment, après plusieurs jours, sont très petites, transparentes, de couleur jaunâtre, de consistance à demi liquide; elles ne présentent, en somme, rien de caractéristique.

» Dans une prochaine Communication nous nous occuperons des caractères physiologiques de ce nouveau ferment et du phénomène qu'il provoque. »

ZOOLOGIE. — *Anatomie de l'appareil digestif des Orthoptères de la famille des* Forficulidæ [1]. Note de M. **Bordas**, présentée par M. Ed. Perrier.

« L'anatomie de l'appareil digestif des *Orthoptères* n'a été faite que d'une façon très succincte par L. Dufour et relatée dans un Mémoire présentéà l'Académie des Sciences le 3 mars 1834 (voir les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. VII, 1841). L'auteur passe complètement sous silence la famille des *Forficulidæ*. Depuis cette époque, aucun zoologiste n'a fait, sur cette question, une étude d'ensemble.

» Les *Forficulidæ* (*Forficula auricularia, Anechura,* etc.) constituent, parmi les Orthoptères, la famille dont l'appareil digestif présente la plus grande simplicité. Cet organe est constitué par un tube presque rectiligne, traversant le corps de l'insecte suivant son axe et ne présentant, pendant son trajet, que trois renflements dans sa partie antérieure et une légère circonvolution vers son extrémité terminale. Nous sommes loin ici de l'ap-

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Ed. Perrier, au Muséum.

pareil si compliqué et si différentié que nous décrirons plus tard chez les *Locustidæ* et chez les *Gryllidæ*.

» Le *tube digestif* des *Forficulidæ* peut être divisé en *trois* parties, en rapport avec le développement embryogénique de cet organe. Ces parties sont : l'*intestin antérieur* et l'*intestin postérieur* d'origine ectodermique et l'*intestin moyen* d'origine mésodermique.

» I. Dans l'*intestin antérieur* on peut faire quatre divisions plus ou moins nettement séparées dans la famille que nous étudions actuellement, mais très caractéristiques et très distinctes chez les *Acridiidæ* et surtout chez les *Gryllidæ*. Ces divisions comprennent le *pharynx*, l'*œsophage*, le *jabot* et le *gésier*.

» Le *pharynx* est court, cylindrique ou légèrement aplati transversalement. Il commence à l'orifice buccal, de forme ovale, et se continue en arrière avec l'œsophage. Ses parois sont épaisses, musculaires et sa face interne présente de nombreuses stries longitudinales, peu profondes, parfois à peine indiquées et séparées par des bourrelets peu saillants, parallèles aux stries. Il repose, par sa face inférieure, sur une plaquette chitineuse et quadrangulaire.

» Le pharynx se prolonge jusqu'à 1^{mm} environ de la paroi postérieure céphalique et se continue par l'*œsophage*. La ligne de démarcation entre ces deux parties est peu nette. On observe pourtant en ce point un léger sillon circulaire, à la suite duquel se trouve un bourrelet de même forme continué par l'œsophage. Outre la séparation que nous venons de signaler, les deux organes se distinguent encore par leur structure. Les parois de l'œsophage sont minces, peu musculeuses et transparentes. Cet organe, qui se prolonge jusqu'au milieu du prothorax, comprend de 6 à 8 faisceaux de fibrilles disposées longitudinalement et une couche de fibres musculaires annulaires. Vers le milieu du premier segment thoracique, l'œsophage présente un léger coude vertical, à convexité dirigée vers le bas. C'est à partir de ce point que commence réellement le jabot.

» Le *jabot* est un organe volumineux, conique ou fusiforme, très extensible et occupant la presque totalité du thorax et les deux premiers segments abdominaux. Chez un grand nombre d'individus, il présente deux replis circulaires, l'un antérieur et l'autre postérieur, qui paraissent le diviser en trois loges. Ses parois sont minces et transparentes comme celles de l'œsophage et comprennent des faisceaux musculaires longitudinaux et circulaires. Chez la plupart des autres Orthoptères (*Locustidæ, Acridiidæ*, etc.), le jabot n'est qu'une énorme dilatation latérale de l'œsophage, tandis que chez les *Forficulidæ*, les deux organes, œsophage et jabot, semblent se continuer directement.

» Le *gésier* est, chez les Forficules, réduit à des proportions tout à fait rudimentaires. Ce n'est pas un organe ovoïde, volumineux et à parois très épaisses comme on le rencontre chez la plupart des Orthoptères, mais un segment presque sphérique dans sa partie médiane, évasé en avant et terminé en pointe conique dans l'intestin moyen. Sa partie antérieure, située dans le jabot, est munie de six languettes spatu-

liformes, recouvertes de soies chitineuses et limitant un orifice étoilé. Sa portion terminale comprend six courts appendices, à face interne concave et à bords munis de soies courtes et raides. Ces appendices, en s'accolant, ferment l'orifice qui fait communiquer l'intestin moyen avec le gésier. Ce dernier organe, vu sa structure, sert sans doute à broyer et à triturer les aliments.

» II. *L'intestin moyen* de la *Forficula auricularia* s'étend presque en ligne droite, sauf à sa partie terminale, depuis le deuxième segment abdominal jusqu'au quart postérieur du corps de l'insecte.

» C'est un tube cylindrique dans sa première portion, mais allant en diminuant progressivement de diamètre à mesure qu'il se rapproche de l'intestin terminal. Son extrémité antérieure, arrondie, ne présente aucun diverticule, aucune expansion rappelant les poches ventriculaires et les appendices latéraux si développés chez la plupart des Orthoptères.

» III. L'*intestin postérieur* ou *terminal* a un diamètre sensiblement inférieur à celui de la portion terminale de l'intestin moyen.

» Il est légèrement recourbé et présente des parois parcourues par six faisceaux musculaires longitudinaux. Après s'être légèrement rétréci, il se dilate progressivement en une poche, ovoïde ou fusiforme, constituant le *rectum*. Ce dernier est recouvert, à sa partie supérieure et sur ses faces latérales, par de gros faisceaux musculaires servant à faire mouvoir les deux branches de la pince. A la suite du rectum, vient un tube très court qui aboutit à l'orifice anal situé au-dessous de la ligne d'insertion des branches de la pince. Sur les parois du rectum, on observe six masses blanchâtres, ovoïdes et alternes, disposées en deux cercles et rappelant assez bien les *glandes rectales* des Sphégiens et des *Ichneumonidæ*.

» L'appareil digestif des autres espèces de la famille des *Forficulidæ* présente à peu près les mêmes dispositions anatomiques. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Essai d'application de la méthode expérimentale à l'histoire orogenique de l'Europe*. Note de M. **Stanislas Meunier.**

« En présence des conquêtes dont s'est enrichie l'orogénie générale dans ces dix dernières années, c'est-à-dire depuis l'apparition du magistral ouvrage de M. Ed. Suess, *das Antlitz der Erde* (Leipzig, 1885), il m'a semblé que le moment était venu de chercher, dans l'expérimentation synthétique, une sorte de sanction des conséquences tirées de la seule observation.

» Je me suis préoccupé surtout d'étudier la part qui revient dans la génération des grands reliefs terrestres à la composante tangentielle de la contraction du noyau infra-granitique, et j'espère qu'on me permettra de signaler, en quelques mots, les principaux résultats auxquels je suis parvenu.

» Ils peuvent d'ailleurs se résumer en disant que les grands traits orogéniques de l'Europe se présentent comme si la matière nucléaire, sous-jacente à l'écorce rocheuse, et qui l'a déformée, jouissait de propriétés tout à fait analogues à celles du caoutchouc qui, à la suite d'une extension, revient à ses dimensions initiales ([1]). C'est comme si, grâce à une sorte de viscosité propre, la matière interne de la terre avait été distendue par la force centrifuge sous l'influence de la rotation, et qu'en se contractant, par l'effet du refroidissement séculaire, elle fût rappelée de l'équateur vers le pôle.

» Il résulte de là que chaque fuseau du globe fluide infra-granitique peut être représenté par une bande de caoutchouc fixée à un bout, qui correspond au pôle et qui subirait une traction à l'autre extrémité, comparable à la zone équatoriale.

» Si, une pareille bande étant convenablement disposée, on la laisse progressivement revenir sur elle-même, on constate que pour un raccourcissement donné le chemin parcouru par ses différents points varie régulièrement et augmente du pôle à l'équateur. Il en résulte qu'en la recouvrant d'une couche de substance plastique non rétractile, celle-ci subit un entraînement vers le pôle qui varie de la même façon tout le long du méridien. Chaque point de ce méridien considéré à part, constitue comme un *buttoir* pour les portions situées plus au sud et cette circonstance se traduit par l'apparition de cassures, de soulèvements et de chevauchements qui se déclarent d'abord près du pôle, puis successivement sous des latitudes de moins en moins élevées.

» On ne peut qu'être frappé, à la vue de l'expérience, de la conformité de son résultat avec le fait mis actuellement en évidence de la situation relative des zones de soulèvement calédonienne, hercynienne, alpine et apennine de plus en plus méridionales à la fois et de moins en moins anciennes.

» Il me semble que, malgré la précision des travaux géologiques dès

---

([1]) C'est le point de vue auquel se sont placés successivement Alphonse Favre et B. de Chancourtois, mais ils n'ont point traité le sujet qui m'occupe.

maintenant accomplis, cette sorte de vérification expérimentale n'était pas inutile. Il importe d'ailleurs d'insister sur le contraste complet du résultat que j'ai obtenu avec celui que détermine le refoulement des masses plastiques par le dispositif imaginé d'abord par James Hall et que M. Willis a tout récemment employé sur une si vaste échelle.

» Je décrirai ailleurs mes appareils et leurs produits, mais je puis ajouter ici que, en variant les conditions dans lesquelles les cassures et les soulèvements sont obtenus, on arrive à imiter une foule de particularités orogéniques parfois difficiles à interpréter dans la nature.

» C'est ainsi qu'en opérant sur une plaque de matière plastique présentant des épaississements transversaux comme en procure à l'écorce terrestre l'injection des roches profondes, on détermine de part et d'autre de ces bourrelets une structure imbriquée comprenant des chevauchements du genre de ceux que les Préalpes et spécialement le Chablais manifestent d'une façon si claire.

» On voit aussi se dessiner les décollements amygdaloïdes caractéristiques de la tectonique des hautes Alpes, et beaucoup d'autres particularités dont l'origine sera certainement éclairée par l'étude des produits artificiels.

» Je ne me dissimule pas comment, à première vue, il peut sembler imprudent de comparer des résultats aussi minuscules aux gigantesques phénomènes dont la nature ne nous livre, d'ailleurs, les effets que modifiés profondément par des actions superposées et comme travestis par les érosions superficielles; mais les repousser, *a priori*, serait condamner du même coup la méthode synthétique qui, depuis les simples reproductions de minéraux jusqu'à l'imitation du système solaire dans l'appareil de Plateau, a procuré tant d'acquisitions précieuses à la science de la Terre. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Essais relatifs à la fabrication* directe *de l'alcool éthylique pur, par la fermentation de l'Asphodèle rameux et du Scille maritime, à l'aide des levures de vin cultivées et pures.* Note de MM. **G. Rivière** et **Bailhache**, présentée par M. Dehérain.

« Dans nos recherches antérieures sur le même sujet, nous avons démontré qu'en faisant fermenter des jus de Betteraves ou des moûts de graines de céréales à l'aide de levures de vin cultivées et pures, il était possible d'obtenir, sans rectification ultérieure, de l'alcool éthylique bon goût.

» Continuant nos travaux dans ce même ordre d'idées et appliquant à l'Asphodèle rameux (*Asphodelus ramosus* — Liliacées) et au Scille maritime (*Scilla maritima* — Liliacées) les procédés de défécation et de fermentation qui nous avaient donné des résultats si satisfaisants, nous avons pensé que nous obtiendrions *directement* des alcools exempts de ces goûts infects constatés par ceux qui, avant nous, s'étaient occupés de cette question si intéressante à divers points de vue.

» Les résultats ont confirmé nos prévisions.

» L'Asphodèle rameux croît en abondance en Algérie, à l'état spontané. Ce sont ses racines, de nature tubéreuse, qu'on a tenté d'utiliser à diverses reprises depuis la conquête, en vue de la fabrication de l'alcool et de la pâte à papier.

» Celles-ci, renfermant trop peu de liquide pour qu'il soit permis de l'extraire par une simple pression, nous les avons divisées en cossettes, que nous avons ensuite soumises à la diffusion dans l'eau chaude. Après épuisement, la liqueur fut portée à l'ébullition et additionnée de 2 pour 100 de chaux après refroidissement, puis abandonnée pendant quarante-huit heures.

» Il se produisit un précipité abondant, on filtra et l'excès de chaux fut précipité par l'acide sulfurique. Après la séparation du sulfate de chaux formé, la liqueur était limpide et légèrement ambrée.

» Les cossettes épuisées furent alors réduites à l'état de pulpe et additionnées de 2 pour 100 d'acide sulfurique. On porta à l'ébullition afin de saccharifier complètement tous les principes amylacés et, après filtration, on ajouta à la liqueur une quantité de chaux telle que, après saturation de l'acide sulfurique, celle-ci en contenait encore 2 pour 100 à l'état libre. Le tout fut abandonné à lui-même pendant quarante-huit heures.

» On filtra à nouveau et l'on satura, par une nouvelle quantité d'acide sulfurique, l'excès de chaux restée en solution. La liqueur séparée du sulfate de chaux fut alors réunie à celle obtenue par la première extraction.

» On introduisit ce moût dans de grands ballons munis de bouchons portant des tubes de verre à double courbure et garnis d'un tampon de coton à leur extrémité.

» Toutes les liqueurs furent stérilisées par deux ébullitions successives à deux jours d'intervalle, et, après refroidissement, ensemencées avec la même levure de vin blanc de Bourgogne, qui nous avait déjà servi dans nos essais antérieurs.

» La fermentation se déclara presque immédiatement dans nos ballons et elle était achevée au bout de quatre ou cinq jours. Après l'éclaircissement complet des liquides, on les soumit à la distillation et l'on obtint une liqueur marquant de 50° à 55° alcooliques.

» Ce qui distingue surtout cet alcool, c'est le bouquet agréable que

lui a communiqué la levure, dont nous avons fait usage dans nos expériences : bouquet d'ailleurs absolument identique à celui que nous avions déjà constaté dans nos alcools, ayant pour origine la Betterave à sucre ou les graines de céréales.

» Il ne reste, en effet, aucune trace de cette odeur infecte, qui caractérise l'alcool d'Asphodèle et qui, d'ailleurs, l'avait fait universellement rejeter.

» Nous avons suivi, pour le Scille maritime, la même méthode que nous avions employée pour l'Asphodèle.

» Après avoir rejeté les écailles extérieures qui étaient par trop sèches, nous avons découpé la partie centrale du bulbe en rondelles, que nous avons soumises à la diffusion dans l'eau chaude. La liqueur obtenue, qui était âcre et caustique, fut ensuite traitée comme de l'Asphodèle.

» Après épuisement la pulpe fut également soumise à la saccharification par l'acide sulfurique. Elle produisit, avec la cellulose très attaquable, une notable proportion de glucose. La liqueur obtenue fut ensuite traitée comme nous l'avons déjà indiqué relativement à l'Asphodèle, et enfin réunie à la première.

» Après avoir subi ce traitement, il n'est pas inutile de faire remarquer ici que les liqueurs avaient presque complètement perdu leur âcreté et leur causticité primitives.

» Ces moûts sucrés, stérilisés par l'ébullition, furent ensemencés avec de la levure de Bourgogne et ensuite distillés après l'achèvement complet de la fermentation. Nous obtînmes un alcool marquant 50° à 55°.

» Cet alcool rappelle, dans une certaine mesure, l'eau-de-vie de vin et présente le bouquet caractéristique de la levure employée.

» Nous devons dire cependant que nous lui avons reconnu moins de finesse qu'à celui provenant de l'Asphodèle.

» L'étude chimique vint d'ailleurs confirmer notre examen organoleptique. En effet, nous reconnûmes qu'il contenait une plus grande proportion d'aldéhyde que d'alcool d'Asphodèle, quoique, comme lui, il fût exempt de furfurol. Quant aux alcools supérieurs, on ne put en déceler que de faibles traces.

» De cette étude, on peut conclure qu'il est parfaitement possible, à l'heure actuelle, de reprendre, avec plus de chances de succès, les tentatives de fabrication de l'alcool de Scille et d'Asphodèle; car les procédés de défécation que nous avons indiqués, et l'emploi des levures cultivées et pures modifieraient complètement les produits obtenus.

» Ces deux plantes croissant en abondance, à l'état spontané, en Algérie

et en Tunisie, elles pourraient vraisemblablement motiver l'établissement d'une industrie nouvelle dans nos deux colonies. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la mise en culture des terres de bruyères de la Dordogne*. Note de M. **Raoul Bouilhac**, présentée par M. Dehérain.

« Les terres de bruyères de la Dordogne sont considérées comme impropres à toute culture. En raison de l'étendue qu'elles occupent et qui n'est pas inférieure à 98 000^{ha}, je me suis proposé de rechercher les moyens susceptibles d'être employés par les agriculteurs du pays pour leur mise en valeur.

» Ces terres sont formées par du sable, mais le sous-sol est argileux. Les quantités d'éléments fertilisants qu'on y trouve varient entre des limites très étroites. Des échantillons pris au château de Lafaye m'ont donné les résultats suivants :

	Sol.	Sous-sol.	
	gr	gr	
Azote	0,7	0,52	pour 1000^{gr}
Acide phosphorique	0,2	0,22	»
Potasse	0,6	1,8	»

» La chaux varie entre 1 et 4 millièmes environ. Le sol est acide et la quantité d'acide humique qu'il contient s'élève, dans le sable de Lafaye, à 1^{gr},8 par kilogramme. On voit que la stérilité de ces terres est due en partie à leur acidité, à leur pauvreté en acide phosphorique et peut-être aussi à l'absence de potasse dans le sol.

» On devra donc, en premier lieu, incorporer au sol des scories qui, outre l'acide phosphorique, y apporteront encore une partie de la chaux nécessaire à la neutralisation des acides.

» J'ai reconnu que, en incorporant au sol 2000^{kg} de scories, par hectare une quantité de chaux supplémentaire n'augmentait pas une récolte de vesce.

» Pour reconnaître si les engrais de potasse étaient nécessaires dans de pareils terrains, dont le sol est pauvre et le sous-sol riche en ces éléments fertilisants, j'ai cultivé comparativement deux carrés qui furent ensemencés en vesce. L'un ne reçut pas d'engrais de potasse, tandis que sur l'autre on répandit 2000^{kg} de cendres.

» Les résultats obtenus furent les suivants :

	Récolte en foin sec.
	kg
Carré sans engrais de potasse	3250
Carré avec engrais de potasse	3000

» Deux conclusions ayant même un caractère général se dégagent de cette expérience.

» I. Une analyse de terre ne saurait être complète sans l'analyse du sous-sol qui intervient d'une manière efficace dans la nutrition minérale de la plante.

» II. Les engrais de potasse sont inutiles sur un sol pauvre en potasse, quand le sous-sol en contient suffisamment.

» Dans de pareilles terres, une culture de légumineuse deviendra possible par le seul emploi des scories, si ces terres contiennent les bactéries fixatrices d'azote.

» Pour m'assurer qu'il en était ainsi, j'ai semé, le 3 août 1893, dans une terre de bruyère préalablement amendée avec des phosphates et de la chaux, des graines de vesce velue stérilisées par le passage dans la flamme. Le 25 septembre suivant, je constatais une absence complète de nodosités sur les racines des plantes qui atteignaient à cette époque une hauteur de $0^{m},12$.

» Cette expérience montre qu'il est nécessaire d'introduire dans ces terres les bactéries fixatrices d'azote, et qu'il convient de reprendre en France les travaux faits en Allemagne sur l'inoculation des terres en friche.

» Afin de reconnaître les effets qu'on peut attendre de l'inoculation, j'ai disposé les expériences suivantes :

» Le 18 septembre 1894, quatre carrés d'expériences furent ensemencés avec des graines de vesce non stérilisées.

» Le carré I fut choisi comme témoin.

» Le carré II fut inoculé avec 5000^{kg} d'une terre riche en bactéries, car cette terre venait de porter une magnifique récolte de vesce ayant donné $50\,000^{kg}$ de fourrage à l'hectare.

» Sur le carré III on répandit 2000^{kg} de scories.

» Sur le carré IV on répandit encore 2000^{kg} de scories, et en plus 5000^{kg} de la même terre qui avait servi à inoculer II.

» I et II donnèrent des récoltes nulles.

» Sur III et IV les plantes se développèrent parfaitement. Les récoltes obtenues furent égales ; elles atteignirent le chiffre de 3125^{kg} de foin sec à l'hectare, bien que ce foin se fût desséché outre mesure au moment de la fenaison.

» De ces cultures expérimentales se déduisent plusieurs observations.

» Le carré II montre que la présence des bactéries est insuffisante à assurer la croissance d'une légumineuse dans une terre de cette nature où la proportion d'acide phosphorique est très faible.

» Le carré III n'avait pas été inoculé, mais les graines qui avaient servi

à l'ensemencer n'avaient pas été stérilisées. Ces graines, je les avais obtenues moi-même, et au battage, qui eut lieu au fléau, elles s'étaient trouvées mêlées à des poussières de terre. Elles ont apporté les bactéries, et ces bactéries ont dû trouver un milieu favorable à leur développement, par suite de la grande quantité de phosphates introduits dans la terre. L'effet de l'inoculation a disparu.

» L'acide phosphorique favorise donc, au plus haut point, le développement et la puissance des bactéries fixatrices d'azote, observation que publiait récemment le professeur Wagner, en constatant que 100^{kg} d'acide phosphorique répandus sur une terre avaient permis aux bactéries de fixer sur une culture de légumineuse 400^{kg} d'azote atmosphérique.

» Quoi qu'il en soit, on voit que les terres de bruyères peuvent être transformées en prairies de valeur.

» Je tiens à remercier ici M. Georges Sorbier qui, avec une extrême obligeance, a mis à ma disposition des terres de bruyères, et qui s'est chargé, en outre, de tous les travaux que nécessitaient les cultures. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Difformités congénitales expérimentales.* Note de MM. **Charrin** et **Gley**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Depuis plusieurs années, nous poursuivons des expériences dans le but d'étudier l'influence que peut avoir sur la descendance l'imprégnation de l'économie par des produits microbiens; tantôt, au cours de ces expériences, les deux générateurs reçoivent ces produits; tantôt on les injecte exclusivement soit à la mère, soit au père.

» Le plus souvent, come nous l'avons indiqué déjà [1], le résultat de ces injections de toxines, fréquemment suivies, chez les ascendants, de l'apparition de l'immunité, se traduit par la stérilité ou par l'avortement; dans d'autres cas, les rejetons naissent morts ou succombent dès les premiers jours; parfois ils survivent, plus ou moins vaccinés contre la bactérie qui a sécrété les principes introduits chez le mâle ou chez la femelle; parfois encore, dépourvus de tout état réfractaire, ils se développent normalement ou bien ils offrent, dans leur croissance, des retards, des lenteurs; leur taille demeure inférieure à la normale.

« Toutefois, jusqu'à ce jour, nous n'avions pas constaté de véritables malformations; nos observations, à cet égard, s'étaient bornées à recon-

---

[1] *Arch. de Physiol.*, 1893, 1894, 1895. — *Comptes rendus*, 29 juillet 1895.

naître que les os, principalement ceux des membres, chez les sujets qui n'avaient pas atteint les dimensions habituelles, possédaient des épiphyses énormes, disproportionnées au raccourcissement des diaphyses. Actuellement de nouveaux faits vont combler cette lacune.

» Du 10 septembre au 25 octobre 1894, on injecte tous les cinq jours, sous la peau de quatre lapins mâles, des doses progressives de toxines pyocyaniques, en commençant par un demi-centimètre cube pour s'élever jusqu'à 8.

» Le 7 janvier 1895, on place, dans la cage de chacun de ces mâles, deux femelles saines.

» Le 23 avril, une des femelles a donné naissance à cinq petits, dont trois ont succombé presque aussitôt; un de ces derniers avait une patte terminée par un renflement, les deux autres étaient normaux.

» La taille de ceux qui survivent ne présente rien de spécial (1); en revanche, les quatre oreilles sont rudimentaires; elles mesurent au maximum 2^{cm} de hauteur; leurs extrémités supérieures sont irrégulières, découpées par des échancrures plus ou moins profondes.

» Chez un de ces lapins, qui pèse $2^{kg},210$, la queue a une longueur de 2^{cm}; chez l'autre, dont le poids s'élève à $2^{kg},180$, cet appendice atteint seulement 1^{cm}.

» Mais, le fait, à coup sûr, le plus intéressant, c'est qu'une même difformité porte sur un des membres postérieurs de chaque animal; le droit pour le premier, le gauche pour le second. Ces membres sont beaucoup plus courts que l'opposé qui est d'ailleurs parfaitement constitué; le raccourcissement est de 4^{cm}; le pied, l'avant-pied font à peu près complètement défaut; à la jambe, fait suite une sorte de moignon muni d'un squelette rudimentaire, recouvert de parties molles légèrement ulcérées (2).

» Il est clair que la dissection de ces membres pourra faire connaître de nouveaux détails; l'examen des viscères, l'étude histologique du système nerveux, révéleraient peut-être aussi quelques autres anomalies; plus tard nous procéderons à ces examens.

» Aux malformations que nous venons de signaler on peut, par la simple inspection, ajouter la torsion des os, surtout chez un de ces animaux, la femelle, au niveau des membres antérieurs; d'autre part, chez cette

(1) Ces lapins ont été présentés vivants à l'Académie.

(2) Dans une autre portée, des différences semblables ont existé pour deux lapins sur six; on avait cru à un accident. Les animaux présentés ont été observés avec soin dès leur naissance.

femelle, la poussée des poils, dans la région des cuisses, est loin d'être uniforme; enfin l'ouverture externe du vagin est oblique.

» Quelles que soient les découvertes ultérieures, ce que nous savons maintenant suffit pour affirmer que l'imprégnation des ascendants par un virus est susceptible de causer, chez les descendants, des difformités plus ou moins marquées.

» Ces résultats justifient l'opinion de ceux qui pensent que les maladies des parents, en particulier la syphilis dans l'espèce humaine, peuvent amener l'apparition, chez les enfants, de malformations variées.

» Ces malformations ne sont pas les uniques conséquences de ces antécédents pathologiques : la stérilité, l'avortement, la transmission du mal, parfois, spécialement en matière d'affections vénériennes, l'immunité, le nanisme, des troubles divers de la nutrition, etc., peuvent aussi figurer parmi ces conséquences [1].

» En se reportant à l'ensemble de nos recherches sur ce sujet, on verra que nous avons été assez heureux pour reproduire expérimentalement le type de chacun de ces phénomènes.

» La réalisation de ces différentes anomalies, en dehors de toute complexité, sans avoir eu à compter avec les difficultés de l'observation clinique, autorise à proclamer le bien fondé de ces opinions qui attribuent aux tares morbides des générateurs, aux imprégnations virulentes de ces générateurs, une série de désordres, de modifications constatées chez les engendrés.

» Ces recherches vont plus loin; elles établissent le rôle respectif de chacun des ascendants.

» Ce qui est ici également, croyons-nous, particulièrement intéressant, c'est la réalisation, sous l'influence de causes chimiques, de malformations analogues à celles qu'on détermine par des agents physiques. »

M. Corneau adresse une Note relative au mode d'incubation et d'éclosion des œufs de Vipère.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

---

[1] Ces troubles sont absolument exceptionnels, quand le mâle seul a été modifié; pour les obtenir, dans ce cas, il faut, en général, des expériences innombrables.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 octobre 1895.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. A. Tisserand, Directeur de l'Observatoire. *Mémoires*. Tome XXI. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

Sur l'origine du monde. Théories cosmogoniques des anciens et des modernes, par M. H. Faye, de l'Institut. 3e édition, Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Atlas des isanomales et des variations séculaires du magnétisme terrestre, par le lieutenant-général Alexis de Tillo, Correspondant de l'Institut de France, Président de la Section de Mathématiques de la Société impériale russe de Géographie. Saint-Pétersbourg, 1895; gr. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Septembre 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Octobre 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Balistique extérieure, par M. Vallier. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Bertrand.)

Ministère des Travaux publics. Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction. Première session. Tomes I, II, III, IV. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 4 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Appendice à la Notice sur les travaux scientifiques de M. Lannelongue, professeur de Pathologie chirurgicale à la Faculté de Médecine, chirurgien de l'hôpital Trousseau, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; gr. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1894, *pour Genève et le Grand Saint-Bernard*, par M. A. Kammermann, astronome. Genève.

Relazione sopra un parafulmine sistema Melsens collocato sulla casa dei

signori Alonzo e Consoli di Catania, prof. Eugenio Canestrini. Padova, 1895; 1 br. in-8°.

Observatoire de Rio de Janeiro. Méthode graphique pour la détermination des heures approchées des éclipses du Soleil et des occultations, par M. Cruls, directeur de l'observatoire. Rio de Janeiro, Lombaerts et Cie, 1894; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 octobre 1895.)

Note de M. *Rossard*, Observations de la comète Wolf :

Page 595, ligne 14, en ascension droite, *au lieu de* $+ 0.15^s, 15$, *lisez* $+ 0.5^s, 15$.

Note de M. *Lebeau*, Sur l'analyse de l'émeraude :

Page 603, ligne 20, *au lieu de* glucose, *lisez* glucine.